

Riqualificazione urbana
mediante conversione in rotatoria
di Piazza Vittorio Veneto
integrata da interventi riguardanti
la rete ciclo-pedonale

Progetto definitivo

12

Disciplinare descrittivo - prestazionale

Committente :

Comune di MALNATE

Incaricati :

per la progettazione
infrastrutturale ed edilizia,
per il coordinamento generale
e l'integrazione delle prestazioni
specialistiche
(mandatario):

Silvio GOBBI arch.
Studio "Arc sistemi" - Novara

per la progettazione
infrastrutturale ed edilizia
e per il coordinamento
della sicurezza:

Marco D'ALESSANDRO arch. - Milano

per la progettazione
infrastrutturale,
strutturale
ed idraulica:

Achille PARMIGIANI ing. - Novara

per la
relazione
geologica:

Mario Lolla dr. geol. - Sesto Calende (VA)

per la progettazione
illuminotecnica
ed elettrotecnica:

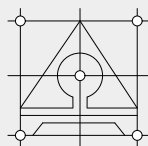
Stefano CALIGARA ing. - Gallarate (VA)

per la progettazione
infrastrutturale:

Luca BROVELLI ing. - Momo (NO)

Periodo:

aprile - luglio 2023



Arc sistemi

Art. 1 - Demolizioni	2
Art. 2 - Scavi e sbancamenti in generale	4
Art. 3 - Palificazioni	7
Art. 4 - Sovrastruttura stradale	10
Art. 5 - Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato di base	14
Art. 6 - Misti cementati per strati di fondazione e di base.....	24
Art. 7 - Conglomerati bituminosi riciclati a freddo	29
Art. 8 - Misti granulari per strati di fondazione.....	34
Art. 9 - Pavimentazioni in calcestruzzo con giunti a piastre non armate.....	38
Art. 10 - Pavimentazioni in calcestruzzo ad armatura continua	53
Art. 11 - Trattamenti bituminosi a freddo	65
Art. 12 - Manti di usura speciali.....	78
Art. 13 - Murature.....	88
Art. 14 - Difesa del corpo stradale	96
Art. 15 - Barriere stradali di sicurezza.....	104
Art. 16 - Barriere antirumore.....	112
Art. 17 - Reti idrauliche	132
Art. 18 - Opere di sistemazione a verde.....	142
Art. 19 - Segnaletica	153
Art. 20 - Impianti elettrici.....	175

PARTE B - ULTERIORI SPECIFICHE TECNICHE

Art. 1- Demolizioni

Interventi preliminari

L'Appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della Legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

Idoneità delle opere provvisorie

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare quelli non ritenuti più idonei.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, etc.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il Direttore dei Lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisori impiegati dall'Appaltatore.

Ordine delle demolizioni

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956 n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso, ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle di eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, se necessario, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'Appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal Direttore dei Lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal Direttore dei Lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica del comune in cui si eseguono i lavori o altra discarica autorizzata, ovvero su aree preventivamente acquisite dal comune ed autorizzate dal comune; diversamente l'Appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate, ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

Proprietà dei materiali da demolizione o scavo

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della Committenza; quando, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano essere reimpiegati, l'Appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione

stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente *Capitolato*, l'Appaltatore avrà l'obbligo di accettarli; in tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'Appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, etc.

Art. 2 - Scavi e sbancamenti in generale

Ricognizione

L'Appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, etc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.

Viabilità nei cantieri

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato ad un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

Splateamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti.

Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo.

Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento;

la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sotto-murazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo ed all'asportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

Scavi in presenza d'acqua - Prosciugamento

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'Appaltatore, in caso di acque sorgive o infiltrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo.

Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi saranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del togliere fondo adottati dall'Appaltatore devono essere accettati dalla Direzione dei Lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

Impiego di esplosivi

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza.

Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas.

Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

Divieti per l'Appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'Appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle opere, prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

6

Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'Impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature).

In caso affermativo l'Impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom., P.T., comuni, consorzi, società, etc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, etc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere su accennate.

Il maggior onere al quale l'Impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'Impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltretutto, naturalmente, alla Direzione dei Lavori.

Rimane saldamente stabilito che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'Impresa, restando del tutto estranea l'amministrazione e la Direzione dei Lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico all'amministrazione gli oneri relativi a spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte che si rendessero necessari.

Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

Proprietà degli oggetti ritrovati

La Committenza, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di Legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi.

L'Appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla Committenza, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.

Qualora l'Appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al Direttore dei Lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'Appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti.

L'Appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

Art. 3 - Palificazioni

Pali di conglomerato cementizio armato

I pali prefabbricati saranno centrifugati a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 *giorni* non inferiore a 40 N/mm² e dovrà essere esente da porosità o altri difetti.

Il cemento sarà pozzolanico, ferrico pozzolanico o d'altoforno.

La Direzione dei Lavori potrà anche ordinare rivestimenti protettivi.

Il copriferro dovrà essere di almeno tre centimetri.

I pali devono essere muniti di robuste puntazze metalliche ancorate al conglomerato.

L'infissione verrà fatta con i sistemi e gli accorgimenti previsti per i pali di legno.

I magli, se a caduta libera, devono essere di peso non inferiore a quello del palo da infiggere.

Allo scopo di evitare la rottura delle teste dei pali durante l'infissione, saranno applicate sopra di esse protezioni di legname entro cerchiature di ferro.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non potrà superare 10 cm e l'inclinazione finale, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3%.

Per valori degli spostamenti superiori a quelli indicati, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che i pali siano rimossi e sostituiti.

Per ogni palo devono essere rilevati e trascritti su apposito registro, i seguenti elementi:

- lunghezza;
- diametro esterno alla punta ed alla testa;
- diametro interno alla punta ed alla testa;
- profondità raggiunta;
- rifiuto;
- tipo di battipalo;
- peso del maglio
- altezza di caduta del maglio;
- caratteristiche della cuffia;
- peso della cuffia;
- energia d'urto;
- efficienza del battipalo.

Occorrerà inoltre registrare il numero di colpi necessario all'affondamento del palo per ciascun tratto di 50 cm finché la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni 1,5 ÷ 2 cm, o per ciascun tratto di 10 cm quando la resistenza alla penetrazione superi i valori sopracitati.

Sul fusto del palo devono essere riportate alcune tacche, distanziate tra loro di un metro a partire dalla punta del palo, onde poterne controllare la penetrazione progressiva.

Qualora durante l'infissione si verificassero scheggiature, lesioni di qualsiasi genere oppure deviazioni dell'asse, che a giudizio della Direzione dei Lavori non fossero tollerabili, il palo dovrà essere rimosso e sostituito.

Pali costruiti in opera

I diversi tipi di pali costruiti in opera sono descritti ai punti seguenti.

Pali speciali di conglomerato cementizio costruiti in opera (tipo Simplex, Franki, etc.)

La preparazione dei fori destinati ad accogliere gli impasti dovrà essere effettuata senza alcuna asportazione di terreno mediante l'infissione del tubo-forma, secondo le migliori norme tecniche d'uso della fattispecie, preventivamente approvata dalla Direzione

dei Lavori.

Per tolleranza degli spostamenti rispetto alla posizione teorica dei pali e per tutte le modalità di infissione del tubo-forma e relativi rilevamenti, valgono le norme descritte precedentemente per i pali prefabbricati in calcestruzzo armato centrifugato.

Ultimata l'infissione del tubo-forma si procederà anzitutto alla formazione del bulbo di base in conglomerato cementizio mediante energico costipamento dell'impasto e successivamente alla confezione del fusto, sempre con conglomerato cementizio energicamente costipato.

Il costipamento del getto sarà effettuato con i procedimenti specifici per il tipo di palo adottato, procedimenti che, comunque, devono essere preventivamente concordati con la Direzione dei Lavori.

Il conglomerato cementizio impiegato sarà del tipo prescritto negli elaborati progettuali e dovrà risultare esente da porosità o altri difetti.

Il cemento sarà pozzolanico o d'altoforno.

L'introduzione del conglomerato nel tubo-forma dovrà avvenire in modo tale da ottenere un getto omogeneo e compatto, senza discontinuità o segregazione; l'estrazione del tubo-forma, dovrà essere effettuata gradualmente, seguendo man mano l'immissione ed il costipamento del conglomerato cementizio ed adottando comunque tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità o inclusioni di materiali estranei del corpo del palo.

Durante il getto dovrà essere tassativamente evitata l'introduzione di acqua all'interno del tubo, e si farà attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'estrazione del tubo-forma; si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore di detto tubo rimanga sempre almeno 100 cm sotto il livello raggiunto dal conglomerato.

Devono essere adottati inoltre tutti gli accorgimenti atti ad evitare la separazione dei componenti del conglomerato cementizio ed il suo dilavamento da falde freatiche, correnti subacquee, etc.

Quest'ultimo risultato potrà essere ottenuto mediante arricchimento della dose di cemento, oppure con l'adozione di particolari additivi o con altri accorgimenti da definire di volta in volta con la Direzione dei Lavori.

Qualora i pali siano muniti di armatura metallica, i sistemi di getto e di costipamento devono essere, in ogni caso, tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione rispetto ai disegni di progetto.

Le gabbie d'armatura devono essere verificate, prima della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori.

Il copriferro sarà di almeno 5 cm.

La profondità massima raggiunta da ogni palo sarà verificata prima del getto dalla Direzione dei Lavori e riportata su apposito registro giornaliero.

La Direzione dei Lavori effettuerà inoltre gli opportuni riscontri sul volume del conglomerato cementizio impiegato, che dovrà sempre risultare superiore al volume calcolato sul diametro esterno del tubo-forma usato per l'esecuzione del palo.

Pali trivellati in cemento armato

Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.

Il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l'esecuzione dei pali può essere soggetta, sarà assicurato in uno dei seguenti modi:

- mediante infissione di rivestimento tubolare provvisorio in acciaio;
- con l'ausilio di fanghi bentonitici in quiete nel cavo o in circolazione tra il cavo ed un'apparecchiatura di separazione dei detriti.

Per i pali trivellati su terreno sommerso d'acqua si farà ricorso, per l'attraversamento del battente d'acqua, all'impiego di un rivestimento tubolare di acciaio opportunamente infisso nel terreno di imposta, avente le necessarie caratteristiche meccaniche per resistere agli sforzi ed alle sollecitazioni indotte durante l'infissione anche con uso di vibratori; esso sarà di lunghezza tale da sporgere dal pelo d'acqua in modo da evitare invasamenti e consentire sia l'esecuzione degli scavi che la confezione del palo.

Tale rivestimento tubolare costituirà cassero a perdere per la parte del palo interessata dal battente d'acqua.

L'infissione del tubo-forma dovrà, in ogni caso, precedere lo scavo.

Nel caso in cui non si impieghi il tubo di rivestimento, il diametro nominale del palo sarà pari al diametro dell'utensile di perforazione.

Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, si procederà con le modalità stabilite per i diaframmi in calcestruzzo armato di cui al precedente articolo.

Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, etc.

L'esecuzione del getto del conglomerato cementizio sarà effettuata con impiego del tubo di convogliamento, munito di imbuto di caricamento.

Il cemento per il confezionamento del calcestruzzo sarà del tipo pozzolanico o d'altoforno.

In nessun caso sarà consentito di porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro.

L'Appaltatore dovrà predisporre impianti ed attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio di potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque ne sia il diametro e la lunghezza senza interruzioni.

Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità o inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Le armature metalliche devono essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse devono essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo.

Le armature devono essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire un'adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di 5 cm.

I sistemi di getto devono essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto.

A giudizio della Direzione dei Lavori, i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, devono essere ricostruiti.

Pali trivellati di piccolo diametro di malta cementizia iniettata ed armatura metallica

La perforazione, con asportazione del terreno, verrà eseguita con il sistema più adatto alle condizioni che di volta in volta si incontrano e che abbia avuto la preventiva approvazione da parte della Direzione dei Lavori.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non dovrà superare 5 cm e l'inclinazione, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3%.

Per valori di scostamento superiori ai suddetti, la Direzione dei Lavori deciderà se scartare i pali che devono eventualmente essere rimossi e sostituiti.

Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, si procederà con le modalità stabilite per i diaframmi di calcestruzzo armato di cui al precedente articolo.

Pali *jet grouting*

I pali tipo *jet grouting*, o colonne consolidate di terreno, saranno ottenuti mediante perforazione senza asportazione di materiale e successiva iniezione ad elevata pressione di miscele consolidanti di caratteristiche rispondenti ai requisiti di progetto ed approvata dalla Direzione dei Lavori.

Alla stessa Direzione dei Lavori dovrà essere sottoposto, per l'approvazione, l'intero procedimento costruttivo con particolare riguardo ai parametri da utilizzare per la realizzazione delle colonne, e cioè la densità e la pressione della miscela cementizia, la rotazione ed il tempo di risalita della batteria di aste, ed alle modalità di controllo dei parametri stessi.

Art. 4 - Sovrastruttura stradale

Terminologia relativa alla sovrastruttura

In riferimento alle istruzioni del C.N.R. B.U. n. 169/1994 si riportano le seguenti definizioni.

10

Premessa

Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili, si possono distinguere essenzialmente in:

- sovrastruttura e pavimentazione;
- sottofondo.

Sovrastruttura

Definizione

Con tale termine si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture.

Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:

- strato superficiale;
- strato di base;
- strato di fondazione.

La sovrastruttura può anche comprendere strati accessori aventi particolari funzioni, quali: strato drenante, strato anticapillare, strato antigelo ed eventuali strati di geotessile.

Le sovrastrutture normalmente si considerano di tre tipi:

- flessibile;
- rigida;
- semirigida.

Strati della sovrastruttura

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture flessibili esso viene suddiviso in due strati:

- strato di usura;
- strato di collegamento.

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e lo strato di fondazione.

Lo strato di fondazione è lo strato della parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo).

Gli strati accessori sono i seguenti:

- strato anti-capillare:
è lo strato di materiale di moderato spessore interposto fra lo strato di fondazione ed il terreno di sottofondo, destinato ad interrompere, negli strati della sovrastruttura, l'eventuale risalita capillare di acqua proveniente da falda acquifera;
- strato antigelo:
E' lo strato di opportuno materiale, steso al di sotto dello strato di fondazione in adeguato spessore, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un sottofondo gelivo;
- strato drenante:
è lo strato di materiale poroso impermeabile, posto a conveniente altezza nella sovrastruttura, per provvedere alla raccolta ed allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette laterali o altro dispositivo drenante.

Tipi di sovrastrutture

I diversi tipi di sovrastruttura stradale utilizzabili sono descritti ai punti seguenti.

Sovrastruttura flessibile

Con dizione tradizionale, si indica come flessibile una sovrastruttura formata da strati superficiali ed eventualmente di base, costituiti da miscele di aggregati lapidei con leganti idrocarburici e da strati di fondazione non legati.

Nelle sovrastrutture più moderne, lo strato superficiale è frequentemente costituito da due strati: uno strato di usura ed uno strato di collegamento:

- Strato di usura

Strato disposto ad immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad assicurare adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superficie di rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere gli strati inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali.

Di recente è stato introdotto l'impiego di strati di usura porosi drenanti e fonoassorbenti; in tal caso l'impermeabilizzazione è realizzata sotto lo strato.

- Strato di collegamento.

Strato, spesso chiamato *binder*, sottostante al precedente, destinato ad integrarne le funzioni portanti e ad assicurarne la collaborazione con gli strati inferiori; normalmente esso è costituito da materiale meno pregiato, e quindi più economico del sovrastante.

Rientrano nella categoria delle sovrastrutture flessibili, sovrastrutture di strade secondarie con strati superficiali costituiti da materiali lapidei non legati (vedi *macadam*) con sovrapposto un eventuale trattamento superficiale

Sovrastruttura rigida

Con dizione tradizionale, si indica come rigida una sovrastruttura formata da uno strato superficiale costituito da una lastra in calcestruzzo di cemento armato o non armato, e da uno o più strati di fondazione.

La lastra in calcestruzzo assomma in sé anche la funzione dello strato di base.

Lo strato di fondazione può essere costituito da miscele di aggregati non legati, ovvero legati con leganti idraulici o idrocarburici e suddiviso in più strati di materiali differenziati.

Poiché le funzioni portanti sono svolte dalla lastra in calcestruzzo, la funzione precipua dello strato di fondazione è quella di assicurare alla lastra un piano di appoggio di uniforme portanza e deformabilità, nonché quella di evitare che la eventuale parte fine del terreno di sottofondo risalga in superficie attraverso i giunti o le lesioni della lastra, creando vuoti e rendendo disuniformi le condizioni di appoggio della lastra.

Esso infine può essere chiamato a svolgere anche una funzione drenante.

Sovrastruttura semirigida

Con dizione tradizionale, si indica come semirigida una sovrastruttura formata da strati superficiali costituiti da miscele legate con leganti idrocarburici, strati di base costituiti da miscele trattate con leganti idraulici, ed eventualmente strati di fondazione trattati anch'essi con leganti idraulici o non legati.

Nelle sovrastrutture di questo tipo, nei casi più frequenti in Italia, gli strati di base sono due: uno strato sottostante trattato con leganti idraulici ed uno sovrastante trattato con leganti bituminosi, onde evitare il riprodursi in superficie della fessurazione di ritiro e igrotermica, dello strato di base cementato sottostante.

Sovrastruttura rigida polifunzionale

Con questo termine, recentemente entrato in uso per alcune sovrastrutture rigide autostradali, viene indicata una sovrastruttura costituita da una lastra portante in calcestruzzo di cemento ad armatura continua, con sovrastante strato di usura in conglomerato bituminoso poroso drenante, antisdrucchiabile e fono-assorbente, uno strato di impermeabilizzazione posto al di sopra della lastra, un primo strato di fondazione a contatto con il sottofondo in misto granulare non legato ed un secondo strato di fondazione sovrapposto al precedente, in misto cementato.

Sottofondi

Definizione

Terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura.

Tale deve considerarsi il terreno fino ad una profondità alla quale le azioni verticali dei carichi mobili siano apprezzabili ed influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 30-80 cm).

12

Sottotondo migliorato o stabilizzato

Sottotondo che per insufficiente portanza e/o per notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, viene migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità.

Il sottotondo viene detto migliorato quando viene integrato con materiale arido (correzione granulometrica) o quando viene trattato con modesti quantitativi di legante, tali da modificare, anche temporaneamente, le sole proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il CBR).

Il miglioramento, in alcuni casi può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geo-sintetici.

Il sottotondo viene detto stabilizzato quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resistenza durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi.

Il legante impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.

Trattamenti

Trattamento superficiale

Trattamento che nella viabilità secondaria sostituisce, talvolta, nelle sovrastrutture flessibili, lo strato superficiale.

Il trattamento è ottenuto spargendo in opera, in una o più riprese, prima il legante idrocarburico e quindi l'aggregato lapideo di particolare pezzatura.

Tale trattamento può essere usato anche nella viabilità principale al di sopra dello strato di usura nelle sovrastrutture flessibili o della lastra in calcestruzzo nelle sovrastrutture rigide, per assicurare l'impermeabilità (trattamento superficiale di sigillo) o per migliorare l'aderenza, nel qual caso viene denominato anche trattamento superficiale di irruvidimento.

Trattamento di ancoraggio

Pellicola di legante idrocarburico (detta anche mano d'attacco) spruzzata sulla superficie di uno strato della sovrastruttura per promuovere l'adesione di uno strato sovrastante.

Trattamento di impregnazione

Trattamento consistente nello spandere una idonea quantità di legante idrocarburico allo stato liquido su uno strato di fondazione o su un terreno di sottotondo a granulometria essenzialmente chiusa.

Il legante penetra entro lo strato per capillarità, per una profondità limitata dell'ordine del centimetro.

Trattamento di penetrazione

Trattamento consistente nello spandere una idonea quantità di legante (idrocarburico o idraulico) allo stato liquido su uno strato costituito da una miscela di inerti ad elevata percentuale di vuoti.

Il legante deve poter penetrare entro lo strato per gravità, per profondità dell'ordine di alcuni centimetri.

Tipi particolari di pavimentazioni o di strati

Pavimentazione ad elementi discontinue

Sono, per lo più, costituite da elementi di pietra di forma e dimensioni diverse.

Attualmente il loro impiego è prevalentemente limitato alla manutenzione di antiche pavimentazioni di aree urbane monumentali e a transito pedonale.

I tipi più comuni sono: i ciottolati, costituiti da ciottoli di forma tondeggiante, i lastricati, costituiti da elementi di forma parallelepipedica, i selciati costituiti da elementi più piccoli di forma approssimativamente cubica o tronco-piramidale.

13

Pavimentazione di blocchetti prefabbricati di calcestruzzo, detta anche di masselli di calcestruzzo autobloccanti

E' costituita da elementi prefabbricati di calcestruzzo cementizio, di forma e colori diversi, allettati in uno strato di sabbia e spesso muniti di risalti e scanalature alla periferia di ciascun elemento onde migliorare il mutuo collegamento degli elementi fra di loro.

Tale tipo di pavimentazione, prevalentemente destinata ad essere usata in zone pedonali ed in zone sottoposte a traffico leggero, può essere usata anche in zone soggette a carichi molti rilevanti, sottoposte a traffico lento, quali piazzali di sosta, di stoccaggio merci ecc, nel qual caso devono essere previsti, al di sotto dello strato di allettamento in sabbia, uno o più strati portanti di adeguato spessore.

Pavimentazione o strato in macadam

Struttura ormai desueta, talora ancora in uso nella viabilità secondaria, per costituire uno strato superficiale, di base o di fondazione, consistente in elementi di pietrisco di grosso pezzatura (40/60 ovvero 40/70 mm) rullati a secco o in presenza di acqua (*macadam all'acqua*) con rullo compressore da 160 o 180 kN, statico o vibrante, ed intasata durante la rullatura con pietrischetto o graniglia di pezzatura più piccola, onde ottenere, per mutuo incastro degli elementi litici fra loro, uno strato di adeguata stabilità e portanza.

Lo strato di pietrisco, prima della saturazione con pietrischetto o graniglia, può essere assoggettato ad un trattamento di penetrazione con legante idrocarburico (*macadam bitumato*) o con una malta liquida di sabbia e cemento (*macadam cementato*). In tal caso all'azione di mutuo incastro viene ad aggiungersi l'azione coesiva del legante.

Massicciata

Strato di fondazione costituito da massi irregolari di pietra (scapoli) disposti accostati sul sottofondo e rinzeppati a mano con scaglie di pietrame e quindi rullato con rullo compressore pesante.

Si tratta di un tipo di struttura molto comune nel passato ed ormai completamente abbandonata.

Attualmente il termine viene talora ancora adoperato per indicare genericamente uno strato di fondazione o di base; ad evitare equivoci è opportuno che tale denominazione venga abbandonata.

Art. 5 - Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato di base

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

Materiali costituenti e loro qualificazione

I materiali costituenti i conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono descritti ai punti seguenti.

Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale) ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche indicate nella seguente tabella, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Tabella 5.1.

Bitume				
parametro	Normativa	unità di misura	tipo 50/70	tipo 80/100
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	EN1427, CNR B.U. n. 35/1973	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	CNR B.U. n. 43 /1974	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene	CNR B.U. n. 48/1975	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa•s	≤ 0,3	≤ 0,2
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1			
Volatilità	CNR B.U. n. 54/1977	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426, CNR B.U. n. 24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	EN 1427, CNR B.U. n. 35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume - aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica

su strato sottile (prova colorimetrica).

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella seguente tabella.

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto.

La presenza degli ACF nel bitume potrà essere accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Tabella 5.2. - Attivanti chimici funzionali

15

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D – 3228	% in peso	0,8 - 1,0

Aggregati

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi.

Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle seguenti tabelle al variare del tipo di strada.

Tabella 5.3. - Aggregato grosso - Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	CNR B.U. n. 34/1973	%	≤ 30	≤ 30	≤ 20
Micro Deval Umida (*)	CNR B.U. n. 109/1985	%	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Quantità di frantumato	-	%	≥ 70	≥ 80	100
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR B.U. n. 80/1980	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0.0075	CNR B.U. n. 75/1980	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Indice appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	%		≤ 30	≤ 30
Porosità	CNR B.U. n. 65/1978	%		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	%			≥ 40
(*) Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Tabella 5.4. - Aggregato grosso - Strade urbane di quartiere e locali

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	CNR B.U. n. 34/1973	%	≤ 40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida (*)	CNR B.U. n. 109/1985	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR B.U. n. 80/1980	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Indice appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	%		≤ 35	≤ 30
Porosità	CNR B.U. n. 65/1978	%		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	%			≥ 40
(*) Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA≥43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, etc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA ≥50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nelle seguenti tabelle

Tabella 5.5. - Aggregato fino – Strade extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 50	≥ 60	≥ 70
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25		
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%		≤ 2	≤ 2
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%		≥ 40	≥ 50

Tabella 5.6 - Aggregato fino - Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	CNR B.U. n. 27/1972	%	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25		
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%		≤ 3	≤ 3
Quantità di frantumato	CNR B.U. 109/1985	%		≥ 40	≥ 50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10% qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≥ 42 .

Il *filler*, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 5.7. - Aggregato fino - Tutte le strade

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	≤ 5
Passante allo 0.18	CNR B.U. n. 23/1971	%	100
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%	≥ 80
Indice plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Rigden	CNR B.U. n. 123/1988	%	30-45
Stiffening Power	CNR B.U. n. 122/1988	Δ PA	≥ 5
Rapporto filler/bitume = 1,5			

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura *in situ* eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base : $\leq 30\%$
- conglomerato per strato di collegamento : $\leq 25\%$
- conglomerato per tappeto di usura : $\leq 20\%$

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Miscela

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella seguente tabella.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Tabella 5.8. - Percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80 – 100	-	-	-	-
Crivello	25	70 – 95	100	100	-	-
Crivello	15	45 – 70	65 - 85	90 – 100	100	-
Crivello	10	35 – 60	55 – 75	70 – 90	70 – 90	100
Crivello	5	25 – 50	35 – 55	40 – 55	40 – 60	45 – 65

Setaccio	2	20 – 35	25 – 38	25 – 38	25 – 38	28 – 45
Setaccio	0,4	6 – 20	10 – 20	11 – 20	11 – 20	13 – 25
Setaccio	0.18	4 – 14	5 – 15	8 – 15	8 – 15	8 – 15
Setaccio	0.075	4 – 8	4 – 8	6 – 10	6 – 10	6 – 10
% di bitume		4,0 – 5,0	4,5 – 5,5	4,8 – 5,8	5,0 – 6,0	5,2 – 6,2

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3 – 4 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate nelle seguenti tabelle.

Tabella 5.9. - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura - Metodo volumetrico

METODO VOLUMETRICO	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150		
<i>Risultati richiesti</i>				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5	3 – 5	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²			0,6–0,9
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (**)	N/mm ²			>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G				
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria				

Tabella 5.10. - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura - Metodo Marshall

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi x faccia			
<i>Risultati richiesti</i>				
Stabilità Marshall	kN	8	10	11
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3–4,5	3–4,5
Vuoti residui (*)	%	4 – 7	4 – 6	3 – 6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²			0,7 – 1

2 Coefficiente di trazione indiretta
 $CTI = \pi/2 \cdot DR_t/D_c$
dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
D_c = deformazione a rottura
R_t = resistenza a trazione indiretta

Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²			> 70
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D _M				

Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione dei Lavori la composizione della miscela proposta, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2 ; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in $\pm 1,5$.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$.

Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme, fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali.

A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso.

Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Tabella 5.11.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	45 $\pm$ 2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	55 $\pm$ 2
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	30 $\pm$ 5

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare

possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche ed il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m².

Tabella 5.12.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		Positiva	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	60±2	65±2
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso				
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	< 100	< 100
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente, deve utilizzarsi una emulsione bituminosa modificata, avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Tabella 5.13.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	70±1
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati rispettivamente nella tabella 12.10 e nella tabella 12.11.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo ASTRA rilasciato dal produttore.

Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato, si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La compattazione dovrà avvenire garantendo uniforme addensamento in ogni punto in modo da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile.

Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del *binder* e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Controlli

I controlli si differenziano in funzione del tipo di strada.

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio Ufficiale., l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Strade extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

Sulla miscela debbono essere determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e debbono essere inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrica a 25 °C (Brasiliana).

In mancanza della pressa giratoria devono essere effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidezza (CNR B.U. n.

40/1973); percentuale dei vuoti residui (CNR B.U. n. 39/1973); perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR B.U. n. 121/1987); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR B.U. n. 134/1991).

Per lo strato di usura e per quello di collegamento, deve essere controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (CNR B.U. n. 106/1985). Il parametro J_1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40 cm²/(daN*s) mentre lo J_p a 40 °C deve essere compreso tra 14 x 106 e 26 x 106 cm²/(daN*s).

Dopo la stesa la Direzione dei Lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori, determinando il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui ed il modulo complesso E (norma prEN 12697-26, annesso D).

Per il tappeto di usura verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo *Skid Tester* secondo la norma CNR B.U. n. 105/85.

Tabella 5.14 - Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE
Base, Binder, Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m ³ di stesa
Base, Binder, Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m ³ di stesa
Base, Binder, Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m ³ di stesa
Base, Binder, Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m ³ di stesa
Base, Binder,	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m ² di stesa
Binder, Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m ² di stesa
Base, Binder, Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa
Base, Binder, Usura	Carote x densità <i>in situ</i>	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa
Base, Binder	Carote x modulo	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa

Strade urbane di quartiere e locali

Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione; devono inoltre essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana).

In mancanza della pressa giratoria debbono essere effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (CNR B.U. n. 40/1973); percentuale dei vuoti residui (CNR B.U. n. 39/1973); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR B.U. n. 134/1991).

Dopo la stesa la Direzione dei Lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote debbono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per il tappeto di usura dovrà inoltre essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo *Skid Tester* secondo la norma CNR B.U. n. 105/1985.

Tabella 5.15 - Strade urbane di quartiere e locali

STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE
Base, Binder, Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2.500 m ³ di stesa
Base, Binder, Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2.500 m ³ di stesa
Base, Binder, Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2.500 m ³ di stesa
Base, Binder, Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2.500 m ³ di stesa
Base, Binder,	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m ² di stesa
Base, Binder, Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa
Base, Binder, Usura	Carote x densità in situ	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa

Art. 6 - Misti cementati per strati di fondazione e di base

Il misto cementato per lo strato di fondazione e per lo strato di base dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua in impianto centralizzato.

Tali strati dovranno avere spessore non inferiore a 10 cm e non superiore a 20 cm.

Materiali costituenti e loro qualificazione

I materiali costituenti i misti cementati per strati di fondazione e di base sono descritti ai punti seguenti.

Aggregati

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e dagli aggregati fini.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi.

Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 6.1. - Aggregato grosso

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30
Passante al setaccio 0.075	CNR 75/80	%	≤ 1
Contenuto di:			
- Rocce reagenti con alcali del cemento		%	≤ 1

L'aggregato fino dovrà essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella seguente tabella.

Tabella 6.2. - Aggregato fine

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	$\geq 30; \leq 60$
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25
Indice plastico	CNR-UNI 10014	%	NP
Contenuto di:			
- rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤ 1
- rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤ 1
- rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

Ai fini dell'accettazione da parte del Direttore dei Lavori, prima della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione

degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti, rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Cemento

Dovranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma UNI ENV 197-1:

- tipo I Portland;
- tipo II Portland composito;
- tipo III d'altoforno;
- tipo IV pozzolanico;
- tipo V composito.

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla Legge n. 595/1965. Ai fini della loro accettazione, prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere controllati e certificati come previsto dal D.P.R. 13 settembre 1993, n. 246 e dal D.M. 12 luglio 1993, n. 314.

Acqua

L'acqua per il confezionamento dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. In caso di dubbio sulla sua qualità l'acqua andrà testata secondo la norma UNI-EN 1008.

Aggiunte

È ammesso, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, l'aggiunta di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento.

La quantità in peso delle ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, dovrà essere stabilita con opportune prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso del cemento.

Miscela

La miscela di aggregati (misto granulare) per il confezionamento del misto cementato dovrà avere dimensioni non superiori a 40 mm ed una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella.

Tabella 6.3.

Serie crivelli e setacci UNI		Autostrade e strade extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed Urbane di scorrimento	Urbane di quartiere extraurbane e urbane locali
		Passante (%)		
Crivello	40	100	100	
Crivello	30	80 - 100	-	
Crivello	25	72 - 90	65 - 100	
Crivello	15	53 - 70	45 - 78	
Crivello	10	40 - 55	35 - 68	
Crivello	5	28 - 40	23 - 53	
Setaccio	2	18 - 30	14 - 40	
Setaccio	0.4	8 - 18	6 - 23	
Setaccio	0.18	6 - 14	2 - 15	
Setaccio	0.075	5 - 10	-	

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti in sostituzione del cemento stesso, ed il contenuto d'acqua della miscela, dovranno essere espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base.

Tali percentuali dovranno essere stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato nel Laboratorio Ufficiale, secondo quanto previsto dalla norma CNR B.U. n. 29/1972. In particolare, le miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella seguente tabella.

Tabella 6.4.

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/1972	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana)	CNR 97/1984	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della Direzione dei Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 N/mm^2 .

Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della Direzione dei Lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a.

Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione dei Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare.

Una volta accettato da parte della Direzione dei Lavori la composizione delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad essa. Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di ± 5 punti per l'aggregato grosso e di ± 2 punti per l'aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

Confezionamento delle miscele

Il misto cementato dovrà essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte e dovrà comunque garantire uniformità di produzione.

Preparazione delle superfici di stesa

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

Prima della stesa dovrà verificarsi che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando la formazione di superfici fangose.

Posa in opera delle miscele

La stesa dovrà essere eseguita impiegando macchine finitrici vibranti. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato dovranno essere realizzate preferibilmente con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o

materiale simile.

Il giunto di ripresa dovrà essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa.

Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Protezione superficiale dello strato finito

27

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m² (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Aperture anticipate saranno consentite solo se autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Controlli

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa.

Sui campioni saranno effettuati, presso un Laboratorio Ufficiale, i controlli della percentuale di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato.

I valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli previsti in progetto.

Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI 6395.

Lo spessore dello strato realizzato deve essere misurato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

La densità *in situ*, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR B.U. n. 69/1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità *in situ* sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm che potrà essere calcolato con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

Il valore del modulo di deformazione (CNR B.U. n. 146/1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 ore dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori e l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 -4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione dei Lavori.

Strade extra-urbane secondarie ed urbane di scorrimento

In alternativa alle misure di portanza, è ammesso il controllo basato sulla resistenza a compressione e sulla resistenza a trazione

indiretta del materiale prelevato all'atto della stesa.

La resistenza a compressione di ciascun prelievo dovrà essere ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati e portati a rottura secondo quanto riportato nella norma CNR B.U. 29/1972.

La resistenza a trazione indiretta di ciascun prelievo dovrà essere ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati secondo quanto riportato nella norma CNR B.U. n. 29/1972 e portati a rottura secondo la norma CNR B.U. n. 97/1984.

I valori di resistenza, per ciascun tratto omogeneo, dovranno essere conformi a quanto indicato nel progetto esecutivo.

Tabella 6.5. Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

28

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Ogni 2500 m ³ di stesa
Aggregato fino	Impianto	A discrezione della Direzione dei Lavori, oppure ogni 2500 m ³ di stesa
Acqua	Impianto	Iniziale
Cemento	Impianto	Iniziale
Aggiunte	Impianto	Iniziale
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa
Misto cementato fresco (*)	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa
Strato finito (densità in situ)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa
Strato finito (portanza) (*)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia stesa

(*) Il controllo sul misto cementato fresco può sostituire quello sullo strato finito.

Strade urbane di quartiere, extra-urbane e urbane locali

Sullo strato finito sarà effettuato il controllo della densità *in situ*.

Tabella 6.6. - Strade urbane di quartiere e locali. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Ogni 2.500 m ³ di stesa
Aggregato fino	Impianto	Ogni 2.500 m ³ di stesa
Acqua	Impianto	Iniziale
Cemento	Impianto	Iniziale
Aggiunte	Impianto	Iniziale
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Ogni 5.000 m ² di stesa
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa
Strato finito (densità <i>in situ</i>)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa

Art. 7 - Conglomerati bituminosi riciclati a freddo

Il conglomerato bituminoso preesistente, denominato “materiale da riciclare”, proviene dalla frantumazione con macchine fresatrici, direttamente dalla sua primitiva posizione.

Materiali costituenti e loro qualificazione

I materiali costituenti i conglomerati bituminosi riciclati a freddo sono descritti ai punti seguenti.

Legante

Il legante finale deve essere costituito dal bitume presente nel conglomerato riciclato integrato con quello proveniente dall'emulsione bituminosa formulata con bitume modificato.

L'emulsione per il riciclaggio a freddo deve rispondere alle caratteristiche indicate nella tabella seguente.

Tabella 7. 1. - Emulsione per il riciclaggio a freddo

Emulsione bituminosa			
Parametro	Normativa	unità di misura	valori
Contenuto di acqua	CNR 101/84	%	40+/-1%
Contenuto di legante	CNR 100/84	%	60+/-1%
Contenuto di bitume	CNR 100/84	%	> 59%
Contenuto flussante	CNR 100/84	%	0%
Demulsività	ASTM D244		0 - 40
Omogeneità	ASTM D244	%	< 0,2%
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	5 - 10
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 10%
PH (grado di acidità)			2 - 4
Indice di rottura (*)	NF-T 66-017		> 140
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	Dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 60
Punto di rottura (Frass)	CNR43/74	°C	< -13
Ritorno elastico a 25 °C	EN 13398	%	≥ 50
(*) In alternativa all'indice di rottura si può eseguire la seguente prova: 50 gr di cemento 325 miscelati intimamente con 100 gr di acqua vengono introdotti in 100 gr di emulsione e mescolati dolcemente per 4 minuti. Durante questo tempo non si deve verificare nessuna coagulazione di bitume.			

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato proveniente dalla demolizione (anche parziale) della pavimentazione preesistente con idonee macchine fresatrici.

Per lo strato di base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura.

Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, etc.) di dimensioni superiori al Dmax previsto per la miscela.

La percentuale di conglomerato riciclato che si intende impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della

miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Inerti di integrazione

Qualora la composizione granulometrica del materiale fresato non consenta la realizzazione della curva di progetto e/o il bitume nel conglomerato da riciclare sia maggiore del 5%, la miscela deve essere integrata con inerti nuovi.

Gli inerti di integrazione possono appartenere all'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) o degli aggregati fini (passante al crivello UNI n. 5).

Gli aggregati grossi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 7.2 – Requisiti aggregati grossi

AGGREGATO GROSSO				
Trattenuto al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder
Los Angeles (*)	CNR 34/73	%	≤ 30	≤ 25
Micro Deval umida (*)	CNR 109/85	%	≤ 20	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	100	100
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40	30
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5	≤ 5
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 1	≤ 1
Indice appiattimento	CNR 95/84	%	≤ 30	≤ 25
Porosità	CNR 65/78	%		≤ 1,5

Gli aggregati fini devono possedere le caratteristiche riassunte nella seguente tabella.

Tabella 7.3 – Requisiti aggregati fini

AGGREGATO FINO				
Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 50	≥ 60
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%		≤ 2
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%		100

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Cemento

E' da considerarsi un additivo catalizzatore di processo, importante per regolare i tempi di rottura dell'emulsione che divengono più o meno critici in relazione al tipo di applicazione.

Nel riciclaggio a freddo deve essere impiegato cemento Portland d'alto forno o pozzolanico (tipo I, III o IV) con classe di resistenza 325.

Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

Miscela

La formulazione della miscela (granulometria del conglomerato da riciclare e degli inerti di integrazione, percentuale di emulsione bituminosa, di cemento e di acqua) deve essere ottenuta mediante uno specifico studio che preveda:

- prelievi di materiale sciolto *in situ* (fresato) per la determinazione dell'umidità (CNR UNI 1.0008/63), della curva granulometrica (CNR B.U. n. 23/1971) ante e post-estrazione del bitume, della percentuale di bitume (CNR B.U. n. 38/73) e delle caratteristiche del bitume estratto: penetrazione e punto di rammollimento (CNR B.U. n. 24/1971, CNR B.U. n. 35/1973).

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del conglomerato preesistente, le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite ogni 500 m della tratta interessata dai lavori ed eventualmente intensificate in caso di scarsa omogeneità del materiale da riciclare.

Percentuale e caratteristiche del bitume contenuto nel conglomerato da riciclare possono essere determinati anche su carote estratte dalla pavimentazione;

- la definizione della curva granulometrica di progetto con eventuale previsione di aggiunta di inerti di integrazione.

La miscela del conglomerato da riciclare e degli aggregati di primo impiego, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una granulometria contenuta nei fusi riportati in tabella 22.4.

Tabella 7.4 - Granulometria della miscela di conglomerato

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder
Crivello	40	100	-
Crivello	25	80 – 100	100
Crivello	15	60 – 78	65 – 95
Crivello	10	48 – 64	50 – 70
Crivello	5	37 – 51	35 – 53
Setaccio	2	27 – 40	30 – 44
Setaccio	0,4	12 – 22	14 – 24
Setaccio	0.18	7 – 14	8 – 15
Setaccio	0.075	3 – 7	4 – 8

- la determinazione della massima densità della miscela di progetto.

Si preparano campioni di miscela essiccata (granulometria di progetto) del peso di 1.200 g (comprensivo di una percentuale di cemento pari a circa l'1%) con quantità crescenti di acqua dell'1.0% in peso; con il materiale di ogni campione si confezionano provini seguendo la metodologia Marshall o Duriez riportate nella seguente tabella e si determina, mediante pesata idrostatica, la densità ottenuta per ogni provino; la costruzione della curva di densità consente di individuare la percentuale di acqua corrispondente alla massima densità;

Tabella 7.5 - Metodologia di prova

modalità di prova		
	metodo Marshall	metodo Duriez
Altezza fustella	87.5 mm	275 mm
Diametro fustella	105 mm	120 mm
Peso del materiale	1200 gr	3500 gr
Compattazione	120 daN/cm ² per 5 minuti	120 daN/cm ² per 5 minuti
Maturazione	1 , 3 , 7 giorni in stufa a T = 25°C	7, 14 giorni in stufa a T = 25°C
Rottura	Marshall a 25°C	a compressione a T = 25°C

- la determinazione della percentuale ottimale di emulsione e di cemento.

Si confezionano campioni di miscela essiccata (granulometria di progetto) del peso di 1200 g con quantità crescenti di emulsione bituminosa e cemento, facendo in modo che la percentuale di umidità dell'impasto non sia mai superiore a quella misurata sulla curva di massima densità.

Seguendo la metodologia Marshall si confezionano, per ogni livello di maturazione, e per ogni diversa percentuale di cemento e di emulsione:

- n. 3 provini per la determinazione di densità e percentuale dei vuoti residui;
- n. 4 provini per la determinazione di stabilità, scorrimento e rigidità Marshall (CNR B.U. n. 30/73);
- n. 12 provini per la determinazione della resistenza a trazione indiretta e dei parametri di deformabilità a 10 °C, 25°C e 40 °C da rilevare esclusivamente sull'ottimo di legante e di cemento.

In alternativa, con la metodologia Duriez si confezionano, per ogni livello di maturazione, e per ogni diversa percentuale di cemento e di emulsione:

- n. 2 provini per la determinazione di densità e percentuale dei vuoti residui;
- n. 4 provini per la determinazione della resistenza a compressione;
- n. 12 provini per la determinazione della resistenza a trazione indiretta e dei parametri di deformabilità a 10 °C, 25°C e 40 °C da rilevare esclusivamente sull'ottimale di legante e di cemento;
- n. 4 provini per la determinazione del rapporto immersione/compressione (rottura a compressione dopo 7 giorni di immersione in acqua).

Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla Direzione dei Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di +/- 10 per il conglomerato riciclato, di +/- 5 per gli aggregati di integrazione.

Per la percentuale di emulsione bituminosa (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di +/- 0,25.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate *in situ*.

Confezione e posa in opera delle miscele

Il riciclaggio a freddo deve essere realizzato mediante un "treno" di riciclaggio costituito da: macchina fresatrice, impianto di vagliatura e miscelazione semovente, vibrofinitrice e rulli.

In alternativa, all'impianto di riciclaggio semovente, per la confezione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La posa in opera dei conglomerati riciclati a freddo viene effettuata con macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo statico metallico da 50 t e da un rullo gommato da 35t. In alternativa in luogo del rullo da 50t potrà essere impiegato un rullo metallico vibrante che permetta comunque di ottenere compattazioni superiori alle 50 t in dinamico (onda lunga).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi riciclati a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio Ufficiale, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di emulsione (per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato), la percentuale d'acqua, la granulometria degli aggregati (riciclati e di integrazione).

Dopo 15 giorni dalla stesa, la Direzione dei Lavori preleva alcune carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui, la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (CNR B.U. n. 106/1985) ed il modulo complesso E (norma prEN 12697-26, annesso D).

Per valori del modulo complesso E inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 10%, verrà applicata una detrazione dello 0,4% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza, oltre la tolleranza, del modulo dinamico a compressione.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Tabella 7.6 - Controllo dei materiali e verifica prestazionale per tutte le strade

STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE
Base Binder	Emulsione Bituminosa	Autobotte	Settimanale oppure ogni 2500 m³ di stesa
Base Binder	Aggregati di integrazione	Autocarro	Settimanale oppure ogni 2500 m³ di stesa
Base Binder	Conglomerato da riciclare	Dietro finitrice	Giornaliera
Base Binder	Conglomerato riciclato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera
Base Binder	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa
Base Binder	Carote x densità <i>in situ</i>	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa
Base Binder	Carote x deformabilità a carico costante	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa
Base Binder	Carote x modulo	Pavimentazione	Ogni 1.000 m di fascia di stesa

Art. 8 - Misti granulari per strati di fondazione

Il misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.

Nella sovrastruttura stradale il misto granulare dovrà essere impiegato per la costruzione di strati di fondazione e di base.

Materiali

I materiali costituenti i misti granulari per strati di fondazione sono descritti ai punti seguenti.

Aggregati

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.

L'aggregato grosso in generale deve avere dimensioni non superiori a 71 mm e deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massiva o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati.

Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle tabelle seguenti.

Tabella 8.1. Aggregato grosso. Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30	≤ 30
Micro Deval umida	CNR 109/85	%	-	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	> 30	≤ 30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	63	≤ 30
Sensibilità al gelo3	CNR 80/80	%	≤ 20	≤ 30

Tabella 8.2. Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 40	≤ 30
Micro Deval umida	CNR 109/85	%	-	≤ 25
Quantità di frantumato	-	%	-	≤ 60
Dimensione max	CNR 23/71	mm	63	63
Sensibilità al gelo3	CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 20

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nelle seguenti tabelle.

Tabella 8.3. Aggregato fine. Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento

Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 40	(*)
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	(*)

Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	(*)
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 6	(*)

Tabella 8.4. Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 40	≥ 50
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	≤ 6	N.P.
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 35	≤ 25
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 6	≤ 6

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Miscela

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella seguente tabella tratta dalla norma CNR 23/71.

Tabella 8.5

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso Φ max 71 mm	Miscela passante: % totale in peso Φ max 30 mm
Crivello 71	100	100
Crivello 30	70 ÷ 100	100
Crivello 15	50 ÷ 80	70 ÷ 100
Crivello 10	30 ÷ 70	50 ÷ 85
Crivello 5	23 ÷ 55	35 ÷ 65
Setaccio 2	15 ÷ 40	25 ÷ 50
Setaccio 0,42	8 ÷ 25	15 ÷ 30
Setaccio 0,075	2 ÷ 15	5 ÷ 15

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio UNI 0.075 mm ed il passante al setaccio UNI 0.4 mm deve essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR (CNR-UNI 1.0009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30.

E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (norma AASHTO T294).

Il modulo di deformazione (Md) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (CNR B.U. n. 146/1992).

Il modulo di reazione (k) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (CNR B.U. n. 92/1983).

I diversi componenti e, in particolare le sabbie, debbono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili

Accettazione del misto granulare

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione dei Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione

dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio Ufficiale. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHO modificata (CNR 69/1978).

Una volta accettato da parte della Direzione dei Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Confezionamento del misto granulare

L'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

Posa in opera del misto granulare

Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità *in situ* non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante un dispositivo di spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque un eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura dovranno impiegarsi rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere verranno accertate dalla Direzione dei Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità *in situ* non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (CNR B.U. n. 69/1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

In caso contrario l'Impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 – 4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Nel caso in cui non sia possibile eseguire immediatamente la realizzazione della pavimentazione, dovrà essere applicata una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di pavimentazione.

Controlli

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato *in situ* al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella seguente:

Tabella 8.6. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Aggregato fino	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ³ di stesa
Sagoma	Strato finito	Ogni 20m o ogni 5 m
Strato finito (densità in situ)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ² di stesa
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 1.000 m ² m di fascia stesa

Materiali

Le caratteristiche di accettazione dei materiali dovranno essere verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali.

Miscela

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale *in situ* già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento.

Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di ± 5 punti per l'aggregato grosso e di ± 2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato ().

L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

Costipamento

A compattazione ultimata la densità del secco *in situ*, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (γ_{smax}) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (CNR 22/72). Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10% dell'importo dello strato, per densità *in situ* comprese tra 95 e 98% del valore di riferimento;
- del 20% dell'importo dello strato, per densità *in situ* comprese tra 93 e 95% del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità *in situ* ed i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamente quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti al crivello UNI 25 mm.

Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

Sagoma

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto dovrà eseguirsi con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 m nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale.

Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota dovrà verificarsi la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra ed a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore medio dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Art. 9 - Pavimentazioni in calcestruzzo con giunti a piastre non armate

Le pavimentazioni in calcestruzzo a piastre non armate sono costituite da un insieme di piastre, prive di armatura strutturale, tra cui la compartecipazione è realizzata attraverso un sistema di giunti longitudinali e trasversali.

I giunti consentono di controllare le deformazioni del calcestruzzo, limitando le sollecitazioni di origine meccanica termica ed igrometrica.

38

Materiali

I materiali costituenti le pavimentazioni in calcestruzzo con giunti a piastre non armate sono descritti ai punti seguenti.

Aggregati

Gli aggregati sono componenti del calcestruzzo costituiti da elementi lapidei integri o frantumati, naturali o artificiali, aventi forma e dimensioni consone alla confezione del calcestruzzo.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio da 4 mm (UNI 2332) e degli aggregati fini.

Gli aggregati devono possedere le caratteristiche fondamentali ed aggiuntive indicate nei prospetti 1 e 2 della norma UNI 8520-97 parte 2^a per la categoria A.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla valutazione del rischio da vizio occulto di reazione alcali-aggregato a fronte del quale, fatto salvo l'esito positivo delle prove previste dalla norma UNI 8520 (parti 4 e 22), si dovranno adottare ulteriori misure preventive quali ad esempio:

- la scelta di cementi a basso contenuto di alcali (UNI EN 196/21);
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte.

Durante la lavorazione, la Direzione dei Lavori verificherà la continuità della corrispondenza delle caratteristiche del materiale ai valori ottenuti nella fase di qualifica.

Qualora si verificano discrepanze significative, la Direzione dei Lavori potrà rifiutare il materiale lapideo.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati¹, da elementi naturali a spigoli vivi.

Per tutte le pezzature impiegate sono inoltre valide le seguenti prescrizioni:

- coefficiente di forma $\geq 0,15$ (UNI 8520/18);
- assorbimento di umidità degli aggregati $\leq 1\%$ (UNI 8520/16).

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e dovrà avere una composizione granulometrica compresa nel fuso riportato nella seguente tabella.

Tabella 9.1. – Composizione granulometrica aggregato

Passante (%) Serie setacci UNI 2332
8100
490 – 100
265 – 90
145 – 75
0,522 – 46
0,257 – 25
0,1250 – 5

¹ Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Acqua

L'acqua d'impasto deve rispettare le prescrizioni della norma UNI-EN 1008.

Additivi

Gli additivi sono prodotti che, aggiunti al calcestruzzo in piccole quantità in massa rispetto al cemento, inducono le richieste modifiche delle proprietà del calcestruzzo.

Gli additivi devono rispettare le prescrizioni delle UNI 7101-7120 ed UNI EN 934/2; non devono contenere sostanze dannose in quantità tali da pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione delle armature.

L'impiego di additivi è consentito previa la verifica del loro dosaggio e delle prestazioni delle miscele, allo stato fresco e allo stato indurito.

Si farà uso di additivi aeranti laddove questi siano espressamente richiesti negli elaborati di progetto.

Essi dovranno essere aggiunti al calcestruzzo nel mescolatore in soluzione con l'acqua di impasto, con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo in quantità variabili di non più del 5% della quantità indicata nello studio della miscela e che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del calcestruzzo durante il periodo di miscelazione.

Aggiunte

Le aggiunte sono materiali inorganici finemente macinati che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne le caratteristiche o ottenerne di speciali.

L'impiego nelle miscele di aggiunte è consentito purché in quantità tali da non pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione alle armature.

Le ceneri volanti impiegate dovranno essere conformi alla norma UNI EN 450.

Quando l'aggiunta avvenga in sostituzione del cemento la percentuale di ceneri non dovrà superare il 20% del peso totale ceneri più cemento.

Le prestazioni dei calcestruzzi confezionati con l'aggiunta di ceneri volanti o altre aggiunte di tipo II (secondo la norma UNI 9858), sia allo stato fresco che indurito, vanno verificate nel corso della fase di qualifica delle miscele.

Prodotti filmogeni

I prodotti filmogeni sono applicati sulla superficie del calcestruzzo per ridurre la perdita d'acqua per evaporazione durante il primo periodo di indurimento ed eventualmente durante la successiva maturazione del calcestruzzo.

Le caratteristiche dei prodotti filmogeni dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma UNI 8656 (tipo 1 e 2).

La costanza della composizione del prodotto filmogeno deve essere verificata al momento dell'approvvigionamento.

Qualora sia prevista la realizzazione di uno strato superficiale in conglomerato bituminoso, il prodotto deve risultare fotodegradabile per non costituire impedimento all'adesione della mano d'attacco.

Se questa qualità non è assicurata, la maturazione della lastra in calcestruzzo dovrà essere affidata a sistemi tradizionali, quali stuoie mantenute umide o fogli di polietilene appoggiati sulla superficie della lastra per un tempo dipendente dalle condizioni climatiche e comunque non inferiore a 72 ore.

Armature

Le armature impiegate per la pavimentazione comprendono le barre di trasferimento che assicurano la compartecipazione tra 2 piastre adiacenti, le barre di legatura tra i giunti e le reti elettrosaldate.

Tutte le armature andranno poste in opera secondo quanto riportato nei disegni esecutivi di progetto; dovranno essere impiegate dispositivi di posizionamento e distanziamento, approvati dalla Direzione dei Lavori, che ne impediscano lo spostamento nel corso delle operazioni di getto, costipamento e finitura.

Barre di trasferimento

Le barre di trasferimento dovranno essere costituite da barre tonde lisce di acciaio della classe FeB22k, controllate in stabilimento, rispondenti ai requisiti prescritti dalla normativa vigente (D.M. 9 gennaio 1996 e successivi aggiornamenti).

Dovranno essere lisce, perfettamente rettilinee, esenti da sbavature, deformazioni o irruvidimenti che possano pregiudicare il loro

perfetto scorrimento.

Le barre dovranno essere trattate con vernici anticorrosione ed immediatamente prima della loro posa in opera, rivestite da una pellicola di materiale lubrificante, secondo le indicazioni di progetto.

I cappucci per le barre di trasferimento, usati nei giunti di dilatazione, saranno metallici o di altro materiale rigido approvato dalla Direzione dei Lavori ed avranno una lunghezza che ricopra la barra da 50 a 75 cm.

Avranno sezione trasversale tale da adattarsi perfettamente al diametro delle barre ed a prevenire l'infiltrazione d'acqua.

Barre di legatura



Le barre di legatura dei giunti dovranno essere costituite da barre di acciaio ad aderenza migliorata, controllate in stabilimento e dovranno rispondere ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dalla normativa vigente (D.M. 9 gennaio 1996).

Rete di acciaio elettrosaldato

La rete di acciaio elettrosaldato dovrà essere costituita da fili elementari del diametro e con distanza assiale tra i fili indicati nel progetto, controllata in stabilimento e rispondente ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dalla normativa vigente (D.M. 9 gennaio 1996).

Materiale di riempimento per giunti di dilatazione

Il riempimento dei giunti di dilatazione dovrà essere effettuato con tavolette prefabbricate di materiale compressibile rispondente alle prescrizioni contenute nella norma ASTM D1752 Tipo II.

Le tavolette dovranno avere sufficiente rigidità da poter essere installate in corrispondenza dei giunti prima della posa in opera del calcestruzzo ed essere predisposte per il passaggio delle barre di trasferimento, dove richiesto dal progetto

Materiali per la sigillatura dei giunti

I materiali per la sigillatura dei giunti dovranno avere caratteristiche elastiche ed adesive idonee per il riempimento sigillante di giunti e fessure.

Potranno essere impiegati prodotti colati a freddo o prodotti preformati

I prodotti colati a freddo dovranno essere miscelati secondo le proporzioni indicate dalla ditta produttrice entro miscelatori o distributori automatici approvati dalla Direzione dei Lavori.

I prodotti preformati dovranno essere conformi alla norma ASTM D2628.

I mastici usati nel caso di sigillature necessarie per errori o incidenti di costruzione, sotto il controllo continuo della Direzione dei Lavori e dopo autorizzazione specifica, potranno essere del tipo da colare a freddo e dovranno avere requisiti rispondenti alla norma SS-S-200.

I sigillanti dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori e presentare buone caratteristiche di resilienza e resistenza all'invecchiamento per effetto degli agenti atmosferici.

All'atto della proposta del tipo di sigillante da impiegare dovranno essere fornite le seguenti notizie tecniche:

- caratteristiche fisiche del prodotto;
- modalità di preparazione del materiale;
- modalità di preparazione del giunto prima della sigillatura;
- modalità e limiti d'impiego del prodotto (temperature, umidità, etc.);
- tolleranza nella proporzione dei sigillanti a più componenti.

Miscela

Il calcestruzzo deve possedere le proprietà richieste (calcestruzzo a prestazione garantita).

La classe di resistenza del calcestruzzo è definita dalla resistenza caratteristica a compressione misurata su cubi di 150 mm di lato (R_{ck}) o cilindri di diametro 150 mm e altezza 300 mm (f_{ck}).

Saranno utilizzati calcestruzzi appartenenti alle classi indicate nella seguente tabella.

Tabella 9.2

Classe f_{ck}	R_{ck}
di resistenza (N/mm^2)	(N/mm^2)
C25/3025	30
C30/3730	37
C35/4535	45
C40/5040	50
C45/5545	55

E' ammesso l'impiego di calcestruzzi avente resistenza caratteristica superiore a quelle indicate.

La resistenza meccanica del calcestruzzo dovrà soddisfare le prescrizioni di progetto riguardanti la resistenza a flessione e la resistenza a trazione indiretta.

In mancanza di esplicite indicazioni, saranno rispettate le prescrizioni indicate nella seguente tabella.

Tabella 9.3

Resistenza	a 3 gg	a 28 gg
meccanica	(N/mm^2)	(N/mm^2)
Compressione (R_{ck})	≥ 40	≥ 50
Flessione	≥ 4.5	≥ 5.5
Trazione indiretta	$\geq 2.5; \leq 4.5$	$\geq 3.5; \leq 5.5$

Per il confezionamento e la maturazione dei provini, e per la determinazione della resistenza meccanica del calcestruzzo si farà riferimento alle norme UNI 6126, 6127, 6130, 6132, 6133, 6135, alle prescrizioni del D.M. 9 gennaio 1996 e successivi aggiornamenti, nonché alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

La lavorabilità degli impasti deve essere valutata attraverso misure di consistenza del calcestruzzo fresco per cui sarà impiegato il metodo dell'abbassamento al cono (UNI 9418).

Il valore ottimale della consistenza da mantenere durante la produzione del calcestruzzo verrà scelto in funzione della metodologia di stesa impiegata, dopo aver eseguito, se necessario, una strisciata di prova.

Nel caso di stesa manuale il calcestruzzo dovrà avere un abbassamento al cono compreso tra 25 e 50 mm.

Il dosaggio, il tipo e la classe di cemento da utilizzare, saranno stabiliti nella fase di qualificazione delle miscele.

In ogni caso il dosaggio di cemento non potrà mai scendere al di sotto dei 300 kg/m^3 .

L'assortimento granulometrico delle miscele dovrà essere realizzato impiegando almeno tre classi granulometriche diverse, di cui almeno una sabbia.

La curva granulometrica dell'aggregato combinato sarà progettata e messa a punto nella fase di qualifica delle miscele e dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste sia allo stato fresco che indurito.

La curva scelta per ciascuna miscela dovrà essere comunicata prima dell'inizio dei getti alla Direzione dei Lavori che provvederà a verificarne la costanza.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere indicata negli elaborati di progetto, nel rispetto delle indicazioni riportate al punto 5.4 della UNI 9858 e delle disposizioni di Legge.

Il rapporto acqua-cemento (a/c) delle miscele sarà stabilito in modo da garantire il raggiungimento della resistenza meccanica e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele sia allo stato fresco che indurito.

In ogni caso il rapporto a/c non dovrà superare il valore di 0.50.

Nella determinazione del rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta.

Pertanto bisognerà tenere conto dell'umidità degli aggregati al momento dell'impasto, sia che essa sia in eccesso o in difetto rispetto alla condizione su menzionata, in base ai valori di assorbimento determinati, in fase di qualificazione, secondo la norma UNI 8520 parti 13^a e 16^a.

Qualora gli elaborati progettuali richiedano l'impiego di un additivo aerante, dovrà essere inoltre garantito il volume minimo di microbolle d'aria aggiunta specificato nella seguente tabella.

Le microbolle dovranno essere uniformemente distribuite nella miscela.

Tabella 9.4

Diametro massimo dell'aggregato (mm)	Aria Aggiunta (%)
32	4
16	5
8	6

42

Il dosaggio di additivo aerante necessario per ottenere nel calcestruzzo la giusta percentuale di microbolle d'aria aggiunta ed il valore complessivo finale del contenuto d'aria, sarà determinato durante la fase di qualifica delle miscele.

Accettazione delle miscele

La composizione della miscela (acqua, cemento, aggregati, additivi ed aggiunte) deve essere stabilita in modo da soddisfare le specifiche prestazionali richieste, e di minimizzare i fenomeni di segregazione ed essudazione del calcestruzzo fresco.

A tale scopo l'Impresa è tenuta a far eseguire uno studio della composizione del calcestruzzo (*mix design*).

Tale studio si articolerà in due fasi e comprenderà una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto dell'impianto di produzione.

Qualifica delle miscele in laboratorio

L'Impresa, presenterà alla Direzione dei Lavori lo studio di composizione del conglomerato cementizio sulla base delle richieste contenute negli elaborati progettuali.

Tale studio sarà eseguito presso un Laboratorio Ufficiale e conterrà i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su ciascuna miscela di cui sia previsto l'impiego.

Per ognuna delle miscele proposte per l'impiego dovrà essere indicato almeno:

- il proporzionamento analitico di un metro cubo di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- la quantità d'acqua utilizzata;
- il rapporto a/c (con aggregati in condizioni s.s.a.);
- la granulometria ed il dosaggio di ciascuna frazione degli aggregati;
- i risultati delle prove di qualifica degli aggregati utilizzati;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi ed aggiunte;
- in caso di impiego di additivo aerante, il contenuto percentuale di aria inclusa nell'impasto fresco;
- classi di esposizione ambientale per le quali la miscela è durabile;
- la massa volumica del calcestruzzo fresco;
- la lavorabilità delle miscele;
- le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Potrà inoltre essere prevista la preparazione di provini per la determinazione di qualsiasi altra caratteristica del calcestruzzo richiesta dagli elaborati progettuali.

Qualifica delle miscele all'impianto

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti solamente dopo l'approvazione della documentazione relativa agli studi di qualifica delle miscele in laboratorio ed all'effettuazione, presso l'impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, di impasti di prova per la qualificazione della produzione di ciascun tipo e classe di calcestruzzo.

La qualifica si intenderà positivamente superata quando:

- il valore della resistenza media a compressione a 28 giorni (R_m), misurata su almeno 4 prelievi (la resistenza di ciascun prelievo è la media delle resistenze a compressione di due o più provini) effettuati nell'intero arco di una giornata di produzione risulti:

$$R_m \geq 1,15 R_{ck}$$

con valore minimo di ogni singolo prelievo $R_j > R_{ck} - 1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$;

- il valore della consistenza sia conforme alla classe dichiarata;
- il rapporto a/c determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 6393, non superiori di 0.04 quello dichiarato nella qualifica delle miscele in laboratorio;
- il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco sia superiore al 97% di quello ottenuto nella qualifica delle miscele in laboratorio.

L'approvazione delle miscele da parte della Direzione dei Lavori non libera in alcun modo l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti.

La qualifica delle miscele dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta verranno a modificarsi sensibilmente le caratteristiche fisico-chimiche dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento.

Confezionamento delle miscele

Gli impianti devono avere una adeguata capacità di stoccaggio dei materiali (cementi, aggregati, aggiunte, additivi) per garantire la continuità della produzione secondo il previsto programma dei lavori.

Materiali di tipo diverso devono essere movimentati e stoccati in modo da evitare miscelazioni, contaminazioni o deterioramento.

Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza.

Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

Durante lo stoccaggio degli aggregati occorre evitare che si verifichi una segregazione all'interno di ciascuna frazione granulometrica.

Gli additivi devono essere trasportati e conservati in modo da evitare che la loro qualità venga compromessa da fattori chimici o fisici.

I dispositivi di dosaggio del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Dovranno essere predisposte apparecchiature o procedure di controllo tali da consentire, per ogni impasto, il controllo dell'umidità degli aggregati e quindi l'aggiunta della corretta quantità d'acqua.

Il dosaggio effettivo degli aggregati, dell'acqua, del cemento e delle aggiunte dovrà essere realizzato con precisione del 3%, quello degli additivi con precisione del 5%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

La loro precisione dovrà essere pari almeno quella riportata nel prospetto X della norma UNI 9858.

Gli impasti dovranno essere confezionati in mescolatori meccanici aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo¹ e la velocità di miscelazione dovranno essere tali da produrre una miscela omogenea. Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7163.

Se si aggiungono all'impasto additivi in quantità inferiore a 2 g/kg di cemento, questi devono essere preventivamente dispersi in una parte dell'acqua di impasto.

Quando a causa del breve periodo di attività degli additivi sia necessario aggiungerli in cantiere, il calcestruzzo deve già essere stato miscelato in modo omogeneo prima dell'additivazione.

Al termine dell'additivazione il calcestruzzo deve essere rimiscelato fino a che l'additivo risulti completamente disperso nella massa di calcestruzzo ed inizi ad esplicare la sua azione.

Trasporto delle miscele

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego, ed il suo scarico, dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Il numero dei mezzi di trasporto utilizzati dovrà essere tale da non provocare arresti della produzione.

Il tempo di trasporto non dovrà superare di regola i 45 minuti.

¹ Il tempo di miscelazione decorre da quando tutti i componenti del calcestruzzo sono all'interno del mescolatore in rotazione

Qualora, in relazione all'ubicazione dell'impianto, tale tempo sia maggiore di 45 minuti, ma non superi le 2 h, il calcestruzzo potrà ancora essere utilizzato per la stesa, purchè la consistenza al momento dello scarico, determinata con la prova Vèbè (UNI 9419), non superi i 10 s.

Calcestruzzi per i quali, dal momento del confezionamento al momento dello scarico nel caricatore di alimentazione della macchina a casseforme scorrevoli, siano trascorsi più di 2 ore, non potranno essere messi in opera e pertanto dovrà esserne impedito lo scarico.

Per l'accertamento del tempo trascorso la Direzione dei Lavori potrà controllare il documento di trasporto.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- numero di serie;
- denominazione dell'impianto di betonaggio;
- la data e le ore di carico, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- identificazione dell'autobetoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- quantità (m³) di calcestruzzo fornito;
- denominazione o marchio dell'organismo di certificazione, se previsto;
- la classe di resistenza;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di consistenza;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- il tipo, la classe e, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c.

A richiesta, il personale dell'Impresa dovrà esibire detti documenti agli incaricati della Direzione dei Lavori.

L'Impresa dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura cui ciascun carico è stato destinato.

Posa in opera delle miscele

Stesa del calcestruzzo

La posa in opera del calcestruzzo potrà avvenire manualmente all'interno delle casseforme laterali o impiegando una macchina a casseforme scorrevoli.

Se al momento della posa in opera l'abbassamento al cono supererà quello prescritto più di 5 cm, la Direzione dei Lavori potrà rifiutare la consegna ed ordinare la sospensione della posa in opera.

Posa in opera manuale

La distribuzione del calcestruzzo sul sottofondo precedentemente umidificato sarà effettuata in modo continuo tra 2 successivi giunti trasversali, impiegando tecniche adeguate a prevenirne la segregazione.

Lo scarico e la distribuzione del materiale avverranno utilizzando dispositivi approvati dalla Direzione dei Lavori.

Non sarà permesso camminare all'interno del getto con calzature sporche di terreno o altro materiale inquinante.

Il getto sarà effettuato per quanto possibile in corrispondenza dei giunti di dilatazione e contrazione, senza alterarne l'assemblaggio; a tale scopo lo scarico, da benna, tramoggia, o altro sistema di trasporto, dovrà avvenire esattamente in corrispondenza dell'asse centrale del giunto.

La compattazione sarà effettuata per mezzo di vibratori inseriti nel calcestruzzo, con particolare attenzione alle zone prossime alle casseforme laterali, al bordo delle piastre realizzate in precedenza ed ai giunti.

I vibratori non dovranno venire a contatto con il sottofondo, con le casseforme o con le armature predisposte per i giunti.

Essi inoltre non dovranno essere lasciati per più di 20 secondi consecutivi in una stessa posizione, o usati per distribuire il calcestruzzo.

Nel caso in cui una parte di materiale vada a terminare sulla superficie di una piastra finita, si dovrà provvedere alla sua immediata rimozione con mezzi approvati dalla Direzione dei Lavori.

Posa in opera con macchina a casseforme scorrevoli

Il calcestruzzo verrà distribuito, regolato, vibrato, compattato e livellato, mediante una macchina di stesa a casseforme scorrevoli, il cui tipo ed i cui equipaggiamenti (in particolare per quanto riguarda i dispositivi di vibrazione e compattazione) saranno sottoposti all'approvazione della direzione dei lavori.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'esecuzione delle parti della lastra in prossimità dei dispositivi di ancoraggio o dei blocchi terminali.

Eventualmente in tali zone, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, l'Impresa potrà eseguire la stesa della lastra con alimentazione del calcestruzzo tramite autobetoniera e addensamento mediante vibrator e finitura manuale.

In questo caso dovrà essere realizzato fra la parte di lastra posta in opera con la macchina di stesa e quella realizzata a mano, un giunto di costruzione per il quale non è prevista l'adozione di ulteriori armature rispetto a quelle previste nei disegni di progetto riguardanti i dispositivi di ancoraggio o i blocchi terminali.

Casseforme

Le casseforme laterali per il getto del calcestruzzo saranno di tipo metallico ed avranno un'altezza pari a quella della pavimentazione.

Saranno fornite di parti di lunghezza non inferiore a 3,00 m, provviste di appositi dispositivi che ne permettano il perfetto ancoraggio ed evitino qualsiasi movimento relativo delle parti adiacenti.

La loro conformazione ed il loro assemblaggio in opera dovrà garantirne l'indeforabilità nel corso delle operazioni di getto, compattazione e finitura della pavimentazione.

La predisposizione delle casseforme dovrà avvenire con sufficiente anticipo rispetto alle operazioni di getto per assicurarne la continuità.

Macchina a casseforme scorrevoli

La macchina a casseforme scorrevoli dovrà essere in grado di effettuare la posa in opera, la vibrazione e la finitura della pavimentazione, come previsto dagli elaborati progettuali.

Dovrà essere tale da costruire una striscia di pavimentazione di larghezza pari a quella di progetto, senza spostamenti o instabilità di qualsiasi tipo.

Preparazione del piano di posa

La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente il piano di posa, averne verificato le quote e le pendenze e dopo aver posizionato le armature metalliche per una lunghezza sufficiente a garantire la regolarità della stesa.

Per la medesima lunghezza, secondo le indicazioni progettuali, dovrà essere predisposto preventivamente il drenaggio longitudinale, con i relativi scarichi trasversali.

Immediatamente prima della stesa sarà effettuata una umidificazione del piano di posa, senza portarlo a saturazione, per evitare una rapida perdita di umidità del calcestruzzo.

Il piano di posa dovrà essere inoltre protetto in modo da evitare la formazione o la presenza di ghiaccio al momento della posa del calcestruzzo.

Posa in opera dell'armatura metallica

Le barre di trasferimento e quelle di cucitura saranno poste in opera in corrispondenza dei giunti, alla quota e con l'interasse prescritti nei disegni di progetto.

Saranno adeguatamente fissate e mantenute nel loro allineamento orizzontale e verticale mediante opportuni dispositivi "a perdere" approvati dalla Direzione dei Lavori

La massima tolleranza ammessa nell'allineamento, orizzontale e verticale, delle barre di trasferimento, è di 20 mm per ogni metro di lunghezza della barra.

Le barre di trasferimento, il cappuccio metallico ed i sostegni che costituiscono l'armatura in corrispondenza dei giunti di dilatazione, dovranno formare un insieme rigido pre-assemblato, pronto per essere posto in opera.

Immediatamente prima della loro posa in opera le barre di trasferimento saranno rivestite di materiale lubrificante per prevenire lo sviluppo di aderenza con il calcestruzzo.

Quando la stesa del calcestruzzo viene effettuata con una macchina a casseforme scorrevoli le barre di trasferimento e quelle di cucitura saranno poste in opera, nei giunti longitudinali, incollandole con una resina epossidica, all'interno di appositi fori ricavati nel calcestruzzo indurito.

Il foro avrà un diametro da 3 a 6 mm superiore a quello della barra e sarà ricavato perpendicolarmente al bordo verticale della lastra, utilizzando preferibilmente una tecnica a sola rotazione. Le barre poste in opera non dovranno interferire con quelle in corrispondenza dei giunti trasversali.

Limitazioni alla stesa del calcestruzzo

Le operazioni di stesa del calcestruzzo sono possibili in ogni periodo dell'anno.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore a + 5°C, valgono le disposizioni e le prescrizioni della norma UNI 8981 parte 4^a. In ogni caso i getti saranno sospesi quando la temperatura dell'aria, misurata in una zona posta all'ombra, scenderà al di sotto dei 4°C, e non potrà essere ripresa se la temperatura, salendo, non raggiungerà almeno i 2°C.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +10°C.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

di riscaldamento dell'acqua o degli aggregati è permessa, fino ad una temperatura massima di 65°C.

Il riscaldamento dovrà essere uniforme e dovranno essere evitati pericolosi surriscaldamenti del materiale.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C.

Nel caso in cui la temperatura media giornaliera dell'aria superi i 30°C, la superficie finita della pavimentazione dovrà essere mantenuta umida nebulizzando acqua, fino all'applicazione dei prodotti di protezione.

In particolare, la protezione dall'azione del vento si rende necessaria per tassi di evaporazione ² superiori a 1 kg/m² /h.

Se, nonostante le misure adottate, si manifesta il fenomeno della fessurazione da ritiro plastico, le operazioni di getto saranno immediatamente arrestate.

Finitura superficiale

Al termine delle operazioni di stesa la lastra deve essere livellata affinché le sezioni trasversali siano conformi alle prescrizioni di progetto e le quote siano tali che, portate a termine le operazioni di finitura, la superficie della pavimentazione sia all'altezza prevista in progetto.

Non è ammessa l'aggiunta di acqua per facilitare le operazioni di finitura

Le operazioni di finitura devono essere effettuate con un'apposita macchina e dovranno condurre ad una consolidazione ottimale della pavimentazione, ed all'ottenimento di una superficie di tessitura uniforme.

Deve essere evitata l'eccessiva permanenza della macchina in un punto.

Nel corso del primo passaggio della macchina finitrice, una certa quantità di calcestruzzo deve essere sempre presente davanti alla sua guida anteriore.

Durante l'operazione di finitura la guida avanzerà, poggiando sempre sulle casseforme laterali, nella direzione della stesa, con un movimento combinato longitudinale e trasversale.

Se necessario l'operazione sarà ripetuta fino ad ottenere una superficie uniforme, avente la pendenza assegnata e senza aree dall'aspetto poroso.

La finitura manuale della pavimentazione non è ammessa se non in caso di rottura dell'apparecchiatura meccanica e solo per il calcestruzzo oramai già posto in opera.

La finitura manuale è altresì ammessa, a seguito dell'autorizzazione della Direzione dei Lavori, in aree in cui l'impiego della finitrice meccanica è particolarmente difficile o impossibile.

Prova di stesa

Le operazioni di stesa potranno essere iniziate solo a seguito della realizzazione di una prova di lavorazione in vera grandezza.

Tale prova avrà per obiettivo la verifica del funzionamento delle attrezzature di posa in opera e di tutte le altre tecniche che l'Impresa intenda adottare per il completamento della piastra secondo le prescrizioni degli elaborati di progetto.

In caso di esito positivo della prova il tratto realizzato sarà integrato nell'infrastruttura, altrimenti verrà demolito.

² Per il calcolo del tasso di evaporazione, in funzione dell'umidità relativa, della temperatura e della velocità del vento, si può fare riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale redatte dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero LL.PP.

Stagionatura e protezione della lastra

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità.

La stagionatura protetta inizierà subito dopo il termine delle operazioni di finitura e non dovrà essere interrotta per periodi superiori a mezz'ora.

Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95%, evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Per la protezione della pavimentazione potranno essere impiegati prodotti filmogeni che impediscano l'evaporazione dell'acqua dalla superficie della lastra.

Potranno altresì essere usati stuoie o fogli di polietilene.

L'applicazione dei prodotti filmogeni sulla superficie del calcestruzzo sarà eseguita, ricorrendo all'impiego di un'ideale attrezzatura, in condizioni di altezza e di pressione predeterminate durante la stesa di prova.

In particolari condizioni climatiche (vento e soleggiamento) e di traffico (elevata frequenza di passaggio dei mezzi pesanti nella corsia adiacente al cantiere) l'applicazione del prodotto stagionante potrà essere realizzata con sistemi manuali anche nella zona tra la macchina a casseforme scorrevoli e l'attrezzatura mobile di spruzzaggio del prodotto filmogeno.

Nel caso si adottino stuoie si dovrà provvedere a mantenerle umide.

Se durante il periodo di maturazione, fissato in almeno tre giorni, il film protettivo spruzzato sull'intera superficie di calcestruzzo verrà per una qualsiasi ragione danneggiato, l'Impresa dovrà rinnovare a sue spese il trattamento nella zona interessata.

Ciò vale soprattutto nelle prime ore di maturazione ed in condizioni ventilate.

In ogni caso l'Impresa dovrà tenere disponibili in cantiere mezzi idonei ad assicurare la protezione contro la pioggia di una superficie pari a quella gettata durante due ore di lavoro.

Durante le prime 72 ore di maturazione protetta, il calcestruzzo dovrà essere mantenuto ad una temperatura superiore ai 10°C, mentre per la prima settimana dal getto sarà necessario evitarne il congelamento.

Il conglomerato eventualmente danneggiato dall'azione del gelo sarà rimosso e sostituito a cura e spese dell'Impresa.

Esecuzione dei giunti o degli ancoraggi

I giunti saranno realizzati perpendicolarmente alla superficie della pavimentazione secondo le indicazioni dei disegni di progetto.

E' ammessa una tolleranza di 12 mm sulla loro posizione.

La linearità dei giunti dovrà essere immediatamente verificata con un'asta rettilinea lunga 3m: deviazioni superiori a 6mm saranno corrette prima dell'indurimento del calcestruzzo.

Si prevede la formazione di:

- giunti trasversali e longitudinali di costruzione;
- giunti trasversali di contrazione;
- giunti trasversali di dilatazione.

In alternativa ai giunti di dilatazione, in relazione a quanto previsto in progetto, potranno essere realizzati dispositivi di ancoraggio o blocchi terminali in corrispondenza dei viadotti ed all'inizio ed alla fine della pavimentazione.

Giunti di costruzione

I giunti trasversali di arresto di cantiere verranno eseguiti alla fine di ogni giornata di lavoro e nel caso di una interruzione per tempi superiori a quelli di inizio presa del calcestruzzo.

Si dovranno considerare tali, interruzioni di lavoro di durata superiore a 30 minuti.

Le interruzioni giornaliere saranno previste in corrispondenza di un giunto di contrazione o dilatazione.

I giunti di costruzione, longitudinali e trasversali, verranno realizzati gettando contro una cassaforma, liscia o sagomata.

Se previsto dal progetto tale cassaforma dovrà consentire il passaggio delle armature di compartecipazione o di legatura.

Giunti trasversali di contrazione

I giunti trasversali di contrazione saranno collocati nelle posizioni ed alla distanza riportate nei disegni di progetto.

Essi saranno realizzati formando un'incisione sulla superficie del calcestruzzo ancora plastico o realizzando un taglio con una sega dopo che il calcestruzzo abbia raggiunto una resistenza sufficiente ed avranno un'ampiezza di almeno 3 mm.

Quando il giunto è realizzato sul calcestruzzo plastico, gli spigoli debbono essere lisciati e finiti con uno strumento adatto.

Se invece il giunto è segato, esso andrà ripulito ed eventualmente rifinito per riprendere eventuali scheggiature.

Giunti trasversali di dilatazione

I giunti trasversali di dilatazione, in alternativa agli ancoraggi, saranno della tipologia prescritta dagli elaborati di progetto.

Essi potranno essere impiegati:

- alla transizione tra la pavimentazione a piastra continua e altri tipi di pavimentazione;
- all'approccio ed alla uscita da opere d'arte.

Giunti di transizione tra pavimentazioni.

I giunti trasversali di dilatazione, disposti ortogonalmente all'asse stradale, saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale deformabile.

Le tavolette dovranno avere un'altezza uguale a quella della lastra in calcestruzzo e lo spessore previsto in progetto.

La posa in opera delle tavolette dovrà essere preliminare al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessari perché il giunto risulti rettilineo, regolare e della larghezza stabilita.

I bordi delle lastre contigue saranno collegati attraverso i giunti trasversali di dilatazione con barre di trasferimento di diametro, lunghezza ed interasse indicati in progetto.

Si dovranno impiegare i necessari dispositivi per assicurare e mantenere l'esatta posizione dei tondini durante il getto, l'ancoraggio di una estremità ad una delle lastre ed il libero scorrimento dell'altra estremità nella lastra contigua, senza possibilità di spostamenti in senso verticale.

Giunti in corrispondenza di opere d'arte

I giunti in corrispondenza di opere d'arte dovranno essere realizzati in corrispondenza del passaggio fra pavimentazione con piastra ad armatura continua e pavimentazione su ponte o viadotto o sottovia altro.

Verranno realizzati come da apposito disegno di progetto, provvedendo con adeguati accorgimenti a lasciare scoperti i ferri d'armatura in corrispondenza al bordo del giunto.

Particolare attenzione deve porsi per garantire la costanza della luce libera fra le facce contigue della lastra e la soletta dell'opera d'arte.

Il dispositivo di giunto sarà quello previsto in progetto.

Terminata la posa di quest'ultimo, si provvederà con un getto di sutura/raccordo a regolarizzare le superfici di passaggio.

Dispositivi di ancoraggio e blocchi terminali

Si procederà, prima dell'inizio delle operazioni di posa in opera della lastra in calcestruzzo, alla effettuazione degli scavi a sezione obbligata, con demolizione degli strati sottostanti necessari per la realizzazione degli ancoraggi.

Verranno quindi posizionati i ferri d'armatura e si procederà infine al getto del calcestruzzo fino alla quota indicata nei disegni di progetto, curando la predisposizione dei ferri d'attesa e la sagomatura della superficie del getto, in modo da favorire la trasmissione degli sforzi di taglio in corrispondenza di detta superficie di ripresa.

Il calcestruzzo sarà lo stesso della lastra e sarà gettato a mano secondo le sagome e le dimensioni indicate nei disegni di progetto.

Al momento della posa in opera dell'armatura corrente e di quella di rinforzo della lastra, si provvederà alla sistemazione dei ferri di collegamento fra ancoraggi e lastra e quindi alla successiva posa in opera del calcestruzzo che sarà effettuata negli spessori indicati nei disegni di progetto.

I ferri di armatura degli ancoraggi saranno dello stesso tipo di quelli adoperati per la lastra ad armatura continua.

Sigillatura dei giunti

La sigillatura dei giunti dovrà avvenire immediatamente dopo il termine del periodo di stagionatura protetta, e prima dell'apertura al traffico della pavimentazione.

La temperatura dovrà essere superiore ai 4°C al momento dell'installazione dei prodotti preformati, ed ai 10°C per i prodotti colati.

Al momento dell'installazione, i giunti devono essere asciutti e perfettamente puliti (devono essere rimossi tutti i residui dei prodotti di protezione, ad esempio tramite sabbiatura, e quindi il giunto va pulito con aria compressa).

Prima dell'installazione del materiale di sigillo, i giunti dovranno essere ispezionati dalla Direzione dei Lavori che ne verificherà la larghezza, l'altezza, la linearità e la pulizia.

49

Autorizzazione per la transitabilità della lastra

Sulla lastra in calcestruzzo ad armatura continua non potrà circolare alcun veicolo prima che siano trascorse almeno 72 ore dall'esecuzione dei getti, salvo diversa indicazione del progetto con verifica delle resistenze raggiunte dal calcestruzzo al momento dell'apertura.

Tale verifica sarà effettuata su provini confezionati con calcestruzzo prelevato al momento della stesa e maturati all'aperto in condizioni analoghe a quelle della lastra.

L'Impresa dovrà predisporre gli opportuni accorgimenti per evitare che autoveicoli di qualsiasi tipo possano anche accidentalmente transitare sulla lastra prima del termine sopraindicato e comunque dovrà provvedere alla riparazione dei danni arrecati da veicoli che non abbiano rispettato i segnali di divieto.

L'apertura al traffico non potrà avvenire prima che le prove di controllo sulla pavimentazione finita abbiano dimostrato il raggiungimento delle resistenze previste in progetto.

Controlli

Il controllo della qualità dei materiali impiegati per la costruzione della pavimentazione in calcestruzzo e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela sia allo stato fresco che indurito, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

L'ubicazione dei prelievi, e la frequenza delle prove sono indicati nella seguente tabella.

Tabella 9.5 - Lastra in calcestruzzo ad armatura continua

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE MISURA	FREQUENZA PROVE
Aggregato	Impianto	Iniziale quindi ogni 12 mesi
Acqua	Impianto	Iniziale
Cemento	Impianto	Iniziale
Additivi	Impianto	Iniziale
Aggiunte	Impianto	Iniziale
Aggregato	Impianto	Settimanale oppure ogni 5.000 m ² di stesa
Calcestruzzo fresco	Cantiere	Giornaliera
Calcestruzzo indurito	Cantiere	Giornaliera
Carote per resistenze	Pavimentazione	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ² di stesa
Carote per spessori	Pavimentazione	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ² di stesa
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di stesa
Pavimentazione	Pavimentazione	Misura in continuo con base di misura

		di 20m
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia di stesa
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia di stesa

Qualità dei materiali

Prima dell'impiego l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori i certificati attestanti le caratteristiche di tutti i materiali impiegati.

Ogni prelievo dei materiali impiegati (acqua, cemento, aggregati, aggiunte, additivi) deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio Ufficiale, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Nel corso della lavorazione va controllata la distribuzione granulometrica di tutte le pezzature di aggregati lapidei utilizzate.

Nella curva granulometrica di ciascuna pezzatura sono ammesse differenze delle singole percentuali di passante di:

- ± 5 per l'aggregato grosso;
- ± 3 per l'aggregato fino;

rispetto ai valori considerati nella fase di qualifica delle miscele.

Controlli sul calcestruzzo fresco

I controlli saranno effettuati sul calcestruzzo prelevato all'atto della messa in opera (UNI 6126).

Il prelievo delle miscele allo stato fresco sarà effettuato, su incarico della Direzione dei Lavori, da un Laboratorio Ufficiale che provvederà all'esecuzione delle prove nei tempi e nei modi previsti dalle norme tecniche adottate.

Fatte salve le tolleranze specificate nel seguito, le caratteristiche delle miscele allo stato fresco dovranno essere conformi alle specifiche di progetto ed ai valori di riferimento fissati nelle fase di qualifica.

In caso di non conformità, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'arresto del cantiere e la riqualifica delle miscele.

La verifica della composizione del calcestruzzo è effettuata controllando la distribuzione granulometrica dell'aggregato, il contenuto di cemento ed il rapporto a/c secondo la modalità previste nella norma UNI 6393.

Nella curva granulometrica dell'aggregato combinato sono ammesse differenze delle singole percentuali di passante di:

- ± 5 per l'aggregato grosso;
- ± 3 per l'aggregato fino;

rispetto alla curva di progetto.

Per il contenuto di cemento e di acqua sono ammesse tolleranze rispettivamente del 3% e del 10%.

Se è prescritto l'impiego di additivo aerante, sarà determinata la percentuale di aria inclusa, secondo le modalità previste nella norma UNI 6395.

Dovrà inoltre essere effettuato il controllo della consistenza del calcestruzzo fresco.

Controlli sul calcestruzzo indurito

Sono previste, in aggiunta alle prove di resistenza a compressione relative al controllo di accettazione (D.M. 9 gennaio 1996), prove di resistenza a flessione (UNI 6133) su provini confezionati prelevando il calcestruzzo fresco all'atto della posa in opera (UNI 6126) e prove di resistenza a compressione su carote estratte dalla pavimentazione.

Il numero ed il tipo dei provini da confezionare per i controlli di accettazione sarà specificato dalla Direzione dei Lavori secondo le prescrizioni del D.M. 9 gennaio 1996.

Si effettueranno giornalmente almeno 2 prelievi per la misura della resistenza a flessione; le dimensioni dei provini saranno quelle specificate nella norma UNI 6130. I prelievi, ciascuno di 2 provini, saranno rappresentativi dell'intera giornata di lavoro.

La Direzione dei Lavori preciserà di volta in volta, in funzione del metodo di stesa e compattazione adottato, e delle condizioni ambientali in cui si effettuano i getti:

- il metodo di compattazione degli stessi;
- le condizioni di maturazione;
- ed ogni altro elemento che, secondo le citate norme UNI, debba venire scelto al momento dell'esecuzione delle prove.

Dopo 3 giorni di maturazione sarà effettuata la prova di flessione, sui provini ottenuti dal primo prelievo.

I risultati ottenuti, in relazione ai dati forniti nella relazione di qualifica delle miscele, serviranno a verificare l'efficacia dei sistemi di

stagionatura e protezione adottati.

In tal senso la Direzione dei Lavori potrà ordinare il prolungamento della stagionatura protetta.

Dopo 28 giorni di maturazione sarà effettuata la prova di flessione sui provini ottenuti dal secondo prelievo.

Sarà verificata su base statistica la congruenza tra i valori di resistenza a flessione così misurati e quelli di riferimento ottenuti in fase di qualifica delle miscele.

Il controllo della qualità del calcestruzzo in opera sarà eseguito sulla lastra finita, a prescindere dall'esito dei controlli di accettazione, e delle altre prove effettuate sul calcestruzzo prelevato alla messa in opera.

Verrà determinata la classe di resistenza del calcestruzzo *in situ* e, in base alle relazioni sperimentali stabilite nella fase di qualifica delle miscele, la sua resistenza a flessione.

Per l'esecuzione dei controlli è previsto il prelievo di carote dalla pavimentazione finita e la loro rottura a 28 giorni dal getto.

Il prelievo dei campioni e la loro conservazione, dovrà avvenire secondo quanto previsto dalla norma UNI 6131 e sarà effettuato da laboratori ufficiali.

Capacità portante

Sulla pavimentazione finita, il controllo della capacità portante si esegue mediante indagine sul bacino di deflessione o con la stima delle caratteristiche meccaniche dei diversi strati costituenti la sovrastruttura.

La capacità portante della pavimentazione può essere determinata con prove dinamiche tipo FWD, o con sistemi analoghi.

Per l'accettazione della sovrastruttura deve verificarsi che i valori di deflessione misurati devono essere uguali o minori di quelli ammessi nel calcolo di progetto in relazione alla vita utile prevista per la pavimentazione.

La media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza massima di 1 km) deve essere confrontata con il valore previsto in progetto.

Per misure di deflessione superiori al 20% del valore ammissibile in progetto, la pavimentazione deve essere demolita e rifatta a spese dell'Impresa.

Spessore

Lo spessore della pavimentazione deve essere determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Sarà possibile, in alternativa, misurare lo spessore con apparecchiature automatiche i cui rilevamenti siano stati precedentemente tarati utilizzando le carote estratte.

Regolarità

Il controllo della regolarità riguarderà sia il profilo trasversale che quello longitudinale.

Il profilo trasversale e quello longitudinale saranno controllati, per mezzo di un regolo rigido di 5 m di lunghezza, entro 24 ore dalla stesa del calcestruzzo.

In caso di irregolarità comprese tra i 6 ed i 13 mm è richiesta la loro eliminazione mediante molatura, se superano i 13 mm la pavimentazione, per il tratto interessato dall'irregolarità, sarà demolita e ricostruita a spese dell'Impresa.

Il controllo della regolarità del profilo longitudinale potrà inoltre essere effettuato mediante la rilevazione del profilo longitudinale della pavimentazione, secondo la norma ASTM E950 ed il successivo calcolo dell'indice IRI.

Le apparecchiature utilizzate dovranno essere di classe 1 e dovranno effettuare il rilievo con un intervallo di campionamento inferiore a 30 cm.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 3° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

L'indice IRI è calcolato impiegando l'algoritmo riportato dalla norma ASTM E1926.

Per i tratti rilevati dovranno essere costruiti dei profili di regolarità (riportando i valori di IRI in funzione della posizione) utilizzando una base di riferimento della lunghezza di 20 m. In questi profili il valore dell'IRI non dovrà essere superiore a 3 mm/m.

Aderenza

Per il tappeto di usura il coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR B.U. n. 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0.60.

In alternativa si può determinare la resistenza di attrito radente con lo *Skid Tester* (CNR B.U. n. 105/85) che deve fornire valori di BPN

(*British Pendulum Number*) maggiori o uguali a 60.

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR B.U. n. 94/83, o mediante apparecchiature a rilievo continuo deve essere superiore o uguale a 0.4 mm.

Le misure di CAT e HS devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico, per ogni corsia, con un "passo di misura" di 10 m.

I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il *mini texture meter* il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote.

Nei casi in cui il valore medio di CAT o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0.40 e 0.25 mm si deve procedere all'asportazione completa con fresa dello strato e alla stesa di un nuovo strato.

In alternativa si può procedere all'effettuazione di trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al di sopra della soglia di accettabilità.

Art. 10 - Pavimentazioni in calcestruzzo ad armatura continua

Le pavimentazioni in calcestruzzo ad armatura continua sono costituite da una piastra continua di calcestruzzo, provvista di un'armatura, anch'essa senza soluzione di continuità, cui è affidato il compito di guidare la formazione di un sistema di fessure uniformemente distribuite, ravvicinate e di piccola ampiezza.

Per la loro esecuzione si applicheranno le disposizioni di cui all'articolo precedente con le seguenti differenze.

53

Materiali

I materiali costituenti le pavimentazioni in calcestruzzo ad armatura continua sono descritti ai punti seguenti.

Aggregati

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e dovrà avere una composizione granulometrica compresa nel fuso riportato nella seguente tabella.

Tabella 10.1. – Composizione granulometrica aggregato

Passante (%)	Serie setacci
UNI 2332	
8100	
490 – 100	
265 – 90	
145 – 75	
0,522 – 46	
0,257 – 25	
0,1250 – 5	
Modulo di finezza: $2.2 < MF < 3.5$	

Armature

Le armature impiegate per la lastra in calcestruzzo ad armatura continua comprendono le barre dell'armatura corrente e di rinforzo, longitudinale e trasversale, le barre di trasferimento che assicurano la compartecipazione tra 2 piastre adiacenti, le barre di legatura tra i giunti e le reti elettrosaldate.

Barre dell'armatura corrente e di rinforzo.

I ferri dell'armatura corrente, longitudinale e trasversale, avranno i diametri, gli interassi e le lunghezze indicate nei disegni di progetto.

Saranno costituiti da barre di acciaio ad aderenza migliorata della classe Fe B 44k, controllati in stabilimento, e dovranno rispondere ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dal D.M. 9 gennaio 1996.

Le armature saranno fornite in opera dallo stabilimento, pre-assemblate in pannelli con dimensioni longitudinali e trasversali, anch'esse indicate in progetto, e comunque tali da permetterne la movimentazione automatizzata nel treno di stesa con posizionamento nel cassonetto e sovrapposizioni perfettamente parallele della lunghezza indicata in progetto (almeno 70 cm).

In corrispondenza delle sovrapposizioni si dovrà provvedere ad una idonea legatura dei ferri o in alternativa alla loro saldatura.

La quota di progetto dell'armatura longitudinale e trasversale corrente sarà garantita a piè d'opera dall'assemblaggio dei pannelli citati su tralicci di armatura in posizione, numero, dimensioni e altre caratteristiche indicate nel progetto.

Barre di trasferimento.

Il diametro, il distanziamento la lunghezza e la posizione delle barre di trasferimento saranno quelli indicati negli elaborati di progetto.

Dovranno essere costituite da barre tonde lisce di acciaio della classe FeB22k, controllate in stabilimento, rispondenti ai requisiti prescritti dal D.M. 9 gennaio 1996.

Dovranno essere lisce, perfettamente rettilinee, esenti da sbavature, deformazioni o irruvidimenti che possano pregiudicare il loro perfetto scorrimento.

Le barre dovranno essere trattate con vernici anticorrosione ed immediatamente prima della loro posa in opera, rivestite da una pellicola di materiale lubrificante, secondo le indicazioni di progetto.

I cappucci per le barre di trasferimento, usati nei giunti di dilatazione, saranno metallici o di altro materiale rigido approvato dalla Direzione dei Lavori ed avranno una lunghezza che ricopra la barra da 50 a 75 cm.

Avranno sezione trasversale tale da adattarsi perfettamente al diametro delle barre ed a prevenire l'infiltrazione d'acqua.

Barre di legatura.

Le barre di legatura dei giunti, avranno i diametri, gli interassi e le lunghezze indicate nei disegni di progetto.

Saranno costituite da barre di acciaio ad aderenza migliorata, controllate in stabilimento e dovranno rispondere ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dal D.M. 9 gennaio 1996.

Rete di acciaio elettrosaldato.

Dovrà essere costituita da fili elementari del diametro e con distanza assiale tra i fili indicati nel progetto, controllata in stabilimento e rispondente ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dalla normativa vigente (D.M. 9 gennaio 1996).

Materiale di riempimento per giunti di dilatazione

Il riempimento dei giunti di dilatazione dovrà essere effettuato con tavolette prefabbricate di materiale compressibile rispondente alle prescrizioni contenute nella norma ASTM D1752 Tipo II.

Le tavolette dovranno avere sufficiente rigidità da poter essere installate in corrispondenza dei giunti prima della posa in opera del calcestruzzo ed essere predisposte per il passaggio delle barre di trasferimento, dove richiesto dal progetto.

Salvo diversa indicazione, le tavolette dovranno avere dimensioni (altezza e spessore) coincidenti con quelle del giunto indicate negli elaborati di progetto.

Qualora sia richiesto l'impiego di più tavolette per un singolo giunto, esse dovranno essere adeguatamente collegate.

Materiali per la sigillatura dei giunti

Si tratta di materiali aventi caratteristiche elastiche ed adesive impiegati come riempimento sigillante per giunti e fessure. Potranno essere impiegati prodotti colati a freddo o prodotti preformati

I prodotti colati a freddo dovranno essere miscelati secondo le proporzioni indicate dalla ditta produttrice entro miscelatori o distributori automatici approvati dalla Direzione dei Lavori.

I prodotti preformati dovranno essere conformi alla norma ASTM D2628.

I mastici usati nel caso di sigillature necessarie per errori o incidenti di costruzione, sotto il controllo continuo della Direzione dei Lavori e dopo autorizzazione specifica, potranno essere del tipo da colare a freddo e dovranno avere requisiti rispondenti alla norma SS-S-200.

I sigillanti dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori e presentare buone caratteristiche di resilienza e resistenza all'invecchiamento per effetto degli agenti atmosferici.

All'atto della proposta del tipo di sigillante da impiegare, dovranno essere fornite le seguenti notizie tecniche:

- caratteristiche fisiche del prodotto;
- modalità di preparazione del materiale;
- modalità di preparazione del giunto prima della sigillatura;

- modalità e limiti d'impiego del prodotto (temperature, umidità, etc.);
- tolleranza nella proporzione dei sigillanti a più componenti.

Miscele

Il calcestruzzo deve possedere le proprietà richieste (calcestruzzo a prestazione garantita).

La classe di resistenza del calcestruzzo è definita dalla resistenza caratteristica a compressione misurata su cubi di 150 mm di lato (R_{ck}) o cilindri di diametro 150 mm e altezza 300 mm (f_{ck}).

Saranno utilizzati calcestruzzi appartenenti alle classi indicate nella seguente tabella.

Tabella 10.2. – Classe di resistenza calcestruzzi

Classe di resistenza	f_{ck} (N/mm ²)	R_{ck} (N/mm ²)
C40/50	40	50
C45/55	45	55

E' ammesso l'impiego di calcestruzzi avente resistenza caratteristica superiore a quelle indicate.

La resistenza meccanica del calcestruzzo dovrà soddisfare le prescrizioni di progetto riguardanti la resistenza a flessione e la resistenza a trazione indiretta.

In mancanza di esplicite indicazioni, saranno rispettate le prescrizioni indicate nella seguente tabella.

Tabella 10.3. – Resistenza meccanica calcestruzzi

Resistenza meccanica	a 3 gg (N/mm ²)	a 28 gg (N/mm ²)
Compressione (R_{ck})	≥ 40	≥ 50
Flessione	≥ 4.5	≥ 5.5
Trazione indiretta	$\geq 2.5; \leq 4.5$	$\geq 3.5; \leq 5.5$

Per il confezionamento e la maturazione dei provini, e per la determinazione della resistenza meccanica del calcestruzzo si farà riferimento alle norme UNI 6126, 6127, 6130, 6132, 6133, 6135, alle prescrizioni del D.M. 9 gennaio 1996, nonché alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

La lavorabilità degli impasti è valutata attraverso misure di consistenza del calcestruzzo fresco.

Per la misura della consistenza saranno impiegati il metodo dell'abbassamento al cono (UNI 9418) e la prova Vébé (UNI 9419).

Il valore ottimale della consistenza da mantenere durante la produzione del calcestruzzo verrà scelto in funzione delle caratteristiche dell'apparecchiatura di stesa impiegata, dopo aver eseguito, se necessario, una strisciata di prova.

Il dosaggio, il tipo e la classe di cemento da utilizzare, saranno stabiliti nella fase di qualificazione delle miscele.

In ogni caso il dosaggio di cemento non potrà mai scendere al di sotto dei 375 kg/m³.

L'assortimento granulometrico delle miscele dovrà essere realizzato impiegando almeno quattro classi granulometriche diverse, di cui almeno una di sabbia.

La curva granulometrica dell'aggregato combinato sarà progettata e messa a punto nella fase di qualifica delle miscele e dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste, sia allo stato fresco che indurito.

La curva scelta per ciascuna miscela dovrà essere comunicata prima dell'inizio dei getti alla Direzione dei Lavori che provvederà a verificarne la costanza.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere indicata negli elaborati di progetto, nel rispetto delle indicazioni riportate al punto 5.4 della UNI 9858 e delle disposizioni di Legge.

Il rapporto acqua-cemento (a/c) delle miscele sarà stabilito in modo da garantire il raggiungimento della resistenza meccanica e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele sia allo stato fresco che indurito.

In ogni caso il rapporto a/c non dovrà superare il valore di 0.45.

Nella determinazione del rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta.

Pertanto bisognerà tenere conto dell'umidità degli aggregati al momento dell'impasto, sia che essa sia in eccesso o in difetto rispetto alla condizione su menzionata, in base ai valori di assorbimento determinati, in fase di qualificazione, secondo la norma UNI 8520 parti 13^a e 16^a.

Qualora gli elaborati progettuali richiedano l'impiego di un additivo aerante, dovrà essere inoltre garantito il volume minimo di microbolle d'aria aggiunta specificato nella seguente tabella.

Le microbolle dovranno essere uniformemente distribuite nella miscela.

Tabella 10.4. – Volume minimo di microbolle d'aria aggiunta

Aria Diametro massimo Aggiunta (%) dell'aggregato (mm)
324
165
86

Il dosaggio di additivo aerante necessario per ottenere nel calcestruzzo la giusta percentuale di microbolle d'aria aggiunta ed il valore complessivo finale del contenuto d'aria, sarà determinato durante la fase di qualifica delle miscele.

Il ritiro idraulico del calcestruzzo, determinato secondo le norme UNI 7086 e UNI 6555, dovrà essere inferiore a 0.03 % con riferimento ad una stagionatura (al 50% di umidità relativa e $20 \pm 2^\circ$) del calcestruzzo di 28 giorni dal confezionamento.

Anche in zone in cui la temperatura non scende abitualmente al di sotto di 0°C verranno richieste dalla Direzione dei Lavori prove di resistenza al gelo da eseguire sugli spezzoni di travetti degli impasti di prova o su provini cilindrici analoghi a quelli utilizzati per la prova brasiliana.

I provini non dovranno presentare alcun degrado, quando sottoposti alla prova eseguita con le modalità di cui alla UNI 7087.

Accettazione delle miscele

La composizione della miscela (acqua, cemento, aggregati, additivi ed aggiunte) deve essere stabilita in modo da soddisfare le specifiche prestazionali richieste, e di minimizzare i fenomeni di segregazione ed essudazione del calcestruzzo fresco.

A tale scopo l'Impresa è tenuta a far eseguire uno studio della composizione del calcestruzzo (mix design).

Tale studio si articolerà in due fasi e comprenderà una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto dell'impianto di produzione.

Posa in opera della miscela

La posa in opera della miscela dovrà avvenire come descritto ai punti seguenti.

Stesa del calcestruzzo

La posa in opera del calcestruzzo avverrà impiegando una macchina a casseforme scorrevoli.

Se al momento della posa in opera, l'abbassamento al cono supererà quello prescritto di più di 5 cm, la Direzione dei Lavori potrà rifiutare la consegna ed ordinare la sospensione della posa in opera.

Il calcestruzzo verrà distribuito, regolato, vibrato, compattato e livellato, mediante una macchina di stesa a casseforme scorrevoli, il cui tipo ed i cui equipaggiamenti (in particolare per quanto riguarda i dispositivi di vibrazione e compattazione) saranno sottoposti all'approvazione della Direzione dei Lavori.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'esecuzione delle parti della lastra in prossimità dei dispositivi di ancoraggio o dei blocchi terminali.

Eventualmente in tali zone, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, l'Impresa potrà eseguire la stesa della lastra con alimentazione del calcestruzzo tramite autobetoniera e addensamento mediante vibratori e finitura manuale.

In questo caso dovrà essere realizzato fra la parte di lastra posta in opera con la macchina di stesa e quella realizzata a mano, un giunto di costruzione per il quale non è prevista l'adozione di ulteriori armature rispetto a quelle previste nei disegni di progetto riguardanti i dispositivi di ancoraggio o i blocchi terminali.

Macchina a casseforme scorrevoli

La macchina a casseforme scorrevoli dovrà essere in grado di effettuare la posa in opera, la vibrazione e la finitura della pavimentazione come previsto dagli elaborati di progetto.

Dovrà essere di peso e potenza tali da costruire una striscia di pavimentazione di larghezza pari a quella di progetto, senza spostamenti o instabilità di qualsiasi tipo.

Preparazione del piano di posa 57

La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente il piano di posa, averne verificato le quote e le pendenze e dopo aver posizionato le armature metalliche per una lunghezza sufficiente a garantire la regolarità della stesa.

Per la medesima lunghezza, secondo le indicazioni previste nel progetto, dovrà essere predisposto preventivamente il drenaggio longitudinale, con i relativi scarichi trasversali.

Immediatamente prima della stesa sarà effettuata una umidificazione del piano di posa, senza portarlo a saturazione, per evitare una rapida perdita di umidità del calcestruzzo.

Il piano di posa dovrà essere inoltre protetto in modo da evitare la formazione o la presenza di ghiaccio al momento della posa del calcestruzzo.

Posa in opera dell'armatura metallica

L'armatura metallica corrente e di rinforzo sarà posta in opera nelle posizioni e con i diametri indicati nei disegni di progetto. La posizione dei supporti rispetto la geometria trasversale della carreggiata, sarà definita nel progetto.

La continuità dell'armatura corrente, longitudinale e trasversale, sarà assicurata mediante adeguate sovrapposizioni della lunghezza indicata in progetto (almeno 70 cm.), perfettamente parallele tra loro.

In corrispondenza di dette sovrapposizioni della maglia le barre longitudinali e trasversali dovranno essere legate fra di loro o saldate.

Se previsti dal progetto, potrà essere chiesto l'inserimento di dispositivi speciali per l'assorbimento del rumore di rotolamento e lo smaltimento delle acque di pioggia nei pannelli di armatura.

Le barre di trasferimento e quelle di cucitura saranno poste in opera in corrispondenza dei giunti, alla quota e con l'interasse prescritti nei disegni di progetto.

Saranno adeguatamente fissate e mantenute nel loro allineamento orizzontale e verticale mediante opportuni dispositivi "a perdere" approvati dalla Direzione dei Lavori.

La massima tolleranza ammessa nell'allineamento, orizzontale e verticale, delle barre di trasferimento, è di 20 mm per ogni metro di lunghezza della barra.

Le barre di trasferimento, il cappuccio metallico ed i sostegni che costituiscono l'armatura in corrispondenza dei giunti di dilatazione, dovranno formare un insieme rigido pre-assemblato, pronto per essere posto in opera.

Immediatamente prima della loro posa in opera, le barre di trasferimento saranno rivestite di materiale lubrificante per prevenire lo sviluppo di aderenza con il calcestruzzo.

Le barre di trasferimento e quelle di cucitura saranno poste in opera, nei giunti longitudinali, incollandole con una resina epossidica, all'interno di appositi fori ricavati nel calcestruzzo indurito.

Il foro avrà un diametro da 3 a 6 mm superiore a quello della barra e sarà ricavato perpendicolarmente al bordo verticale della lastra, utilizzando preferibilmente una tecnica a sola rotazione.

Le barre poste in opera non dovranno interferire con quelle in corrispondenza dei giunti trasversali.

Limitazioni alla stesa del calcestruzzo

Le operazioni di stesa del calcestruzzo sono possibili in ogni periodo dell'anno.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore a + 5°C valgono le disposizioni e prescrizioni della norma UNI 8981 parte 4a.

In ogni caso i getti saranno sospesi quando la temperatura dell'aria, misurata in una zona posta all'ombra, scenderà al di sotto dei 4°C, e non potrà essere ripresa se la temperatura, salendo, non raggiungerà almeno i 2°C.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +10°C.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento, tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

L'operazione di riscaldamento dell'acqua o degli aggregati è permessa, fino ad una temperatura massima di 65°C.

Il riscaldamento dovrà essere uniforme e dovranno essere evitati pericolosi surriscaldamenti del materiale.

Durante le operazioni di getto, la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35 °C.

Nel caso in cui la temperatura media giornaliera dell'aria superi i 30 °C, la superficie finita della pavimentazione dovrà essere mantenuta umida nebulizzando acqua, fino all'applicazione dei prodotti di protezione.

In particolare la protezione dall'azione del vento si rende necessaria per tassi di evaporazione³ superiori a 1 kg/m² h.

Se, nonostante le misure adottate, si manifesta il fenomeno della fessurazione da ritiro plastico, le operazioni di getto saranno immediatamente arrestate.

Finitura superficiale

Al termine delle operazioni di stesa, la lastra deve essere livellata affinché le sezioni trasversali siano conformi alle prescrizioni di progetto e le quote siano tali che, portate a termine le operazioni di finitura, la superficie della pavimentazione sia all'altezza prevista in progetto.

Non è ammessa l'aggiunta di acqua per facilitare le operazioni di finitura.

Le operazioni di finitura devono essere effettuate con un'apposita macchina e dovranno condurre ad una consolidazione ottimale della pavimentazione, ed all'ottenimento di una superficie di tessitura uniforme.

Deve essere evitata l'eccessiva permanenza della macchina in un punto.

Nel corso del primo passaggio della macchina finitrice una certa quantità di calcestruzzo deve essere sempre presente davanti alla sua guida anteriore.

Durante l'operazione di finitura la guida avanzerà, poggiando sempre sulle casseforme laterali, nella direzione della stesa, con un movimento combinato longitudinale e trasversale.

Se necessario, l'operazione sarà ripetuta fino ad ottenere una superficie uniforme, avente la pendenza assegnata e senza aree dall'aspetto poroso.

La finitura manuale della pavimentazione non è ammessa se non in caso di rottura dell'apparecchiatura meccanica e solo per il calcestruzzo oramai già posto in opera.

La finitura manuale è altresì ammessa, a seguito dell'autorizzazione della Direzione dei Lavori, in aree in cui l'impiego della finitrice meccanica è particolarmente difficile o impossibile.

Prova di stesa

Le operazioni di stesa potranno essere iniziate solo a seguito della realizzazione di una prova di lavorazione in vera grandezza.

Tale prova avrà per obiettivo la verifica del funzionamento delle attrezzature di posa in opera e di tutte le altre tecniche che l'Impresa intenda adottare per il completamento della piastra, secondo le prescrizioni degli elaborati di progetto.

In caso di esito positivo della prova, il tratto realizzato sarà integrato nell'infrastruttura, altrimenti verrà demolito.

Stagionatura e protezione della lastra

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità.

Durante il periodo di stagionatura protetta, sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95%, evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Durante il periodo della stagionatura protetta, potranno essere impiegati prodotti filmogeni che impediscano l'evaporazione dell'acqua dalla superficie della lastra.

Potranno altresì essere usati stuoie o fogli di polietilene.

L'applicazione dei prodotti filmogeni sulla superficie del calcestruzzo sarà eseguita nell'immediata vicinanza della macchina a casseforme scorrevoli, ricorrendo all'impiego di un'idonea attrezzatura semovente, in condizioni di altezza e di pressione predeterminate durante la stesa di prova.

In particolari condizioni climatiche (vento e soleggiamento) e di traffico (elevata frequenza di passaggio dei mezzi pesanti nella corsia

3 Per il calcolo del tasso di evaporazione, in funzione dell'umidità relativa, della temperatura e della velocità del vento, si può fare riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale redatte dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero LL.PP.

adiacente al cantiere) l'applicazione del prodotto stagionante potrà essere realizzata con sistemi manuali anche nella zona tra la macchina a casseforme scorrevoli e l'attrezzatura mobile di spruzzaggio del prodotto filmogeno.

Nel caso si adottino stuoie si dovrà provvedere a mantenerle umide.

Se durante il periodo di maturazione, fissato in almeno tre giorni, il film protettivo spruzzato sull'intera superficie di calcestruzzo verrà per una qualsiasi ragione danneggiato, l'Impresa dovrà rinnovare a sue spese il trattamento nella zona interessata.

Ciò vale soprattutto nelle prime ore di maturazione ed in condizioni ventilate.

In ogni caso l'Impresa dovrà tenere disponibili in cantiere mezzi idonei ad assicurare la protezione contro la pioggia di una superficie pari a quella gettata durante due ore di lavoro.

59

Esecuzione dei giunti o degli ancoraggi

La macchina di stesa realizzerà la lastra in calcestruzzo ad armatura continua in un unico nastro senza soluzione di continuità, di larghezza, spessore e con le quote previste in progetto. Si prevede la formazione di:

- giunti trasversali di costruzione, in corrispondenza delle riprese di lavoro giornaliere;
- giunti trasversali di dilatazione, in corrispondenza delle sezioni di passaggio tra due diversi tipi di pavimentazione e di opere d'arte.

In alternativa ai giunti di dilatazione, in relazione a quanto previsto in progetto, potranno essere realizzati dispositivi di ancoraggio o blocchi terminali in corrispondenza dei viadotti ed all'inizio ed alla fine della pavimentazione.

Giunti trasversali di costruzione

I giunti di arresto di cantiere verranno eseguiti alla fine di ogni giornata di lavoro e nel caso di una interruzione per tempi superiori a quelli di inizio presa del calcestruzzo.

Nella stagione calda si dovranno considerare tali, interruzioni di lavoro di durata superiore a 30 minuti.

Il giunto trasversale di costruzione verrà realizzato disponendo una cassaforma liscia trasversalmente alla direzione di avanzamento della macchina.

Tale cassaforma dovrà consentire il passaggio delle armature sia correnti longitudinali sia di rinforzo.

L'armatura di rinforzo della zona terminale sarà quella indicata nel progetto e dovrà essere posta in opera dopo la pulizia della superficie di appoggio della lastra.

Il calcestruzzo di riempimento avrà caratteristiche analoghe al materiale posto in opera con la macchina a cassaforma scorrevoli, sarà trasportato con l'ausilio di autobetoniera e la sua compattazione avverrà mediante vibratori e finitura manuale.

Giunti trasversali di dilatazione

I giunti trasversali di dilatazione, in alternativa agli ancoraggi, saranno della tipologia prescritta dagli elaborati di progetto. Essi potranno essere impiegati:

- alla transizione tra la pavimentazione a piastra continua e altri tipi di pavimentazione;
- all'approccio ed all'uscita da opere d'arte.

Giunti di transizione tra pavimentazioni.

I giunti trasversali di dilatazione, disposti ortogonalmente all'asse stradale, saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale deformabile.

Le tavolette dovranno avere un'altezza uguale a quella della lastra in calcestruzzo e lo spessore previsto in progetto.

La posa in opera delle tavolette dovrà essere preliminare al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessari perché il giunto risulti rettilineo, regolare e della larghezza stabilita.

Gli spigoli dei giunti dovranno essere perfettamente profilati.

I bordi delle lastre contigue saranno collegati attraverso i giunti trasversali di dilatazione con barre di trasferimento di diametro, lunghezza ed interasse indicati in progetto.

Si dovranno impiegare i necessari dispositivi per assicurare e mantenere l'esatta posizione dei tondini durante il getto, l'ancoraggio

di una estremità ad una delle lastre ed il libero scorrimento dell'altra estremità nella lastra contigua, senza possibilità di spostamenti in senso verticale.

Le barre di trasferimento saranno posizionate secondo i disegni di progetto con tolleranza di ± 20 mm.

Giunti in corrispondenza di opere d'arte.

I giunti in corrispondenza di opere d'arte dovranno essere realizzati in corrispondenza del passaggio fra pavimentazione con piastra ad armatura continua e pavimentazione su ponte o viadotto o sottovia altro.

Verranno realizzati come da apposito disegno di progetto, provvedendo con adeguati accorgimenti a lasciare scoperti i ferri d'armatura in corrispondenza al bordo del giunto.

Particolare attenzione deve porsi per garantire la costanza della luce libera fra le facce contigue della lastra e la soletta dell'opera d'arte.

Il dispositivo di giunto sarà quello previsto in progetto.

Terminata la posa di quest'ultimo, si provvederà con un getto di sutura/raccordo a regolarizzare le superfici di passaggio.

Dispositivi di ancoraggio e blocchi terminali

Si procederà, prima dell'inizio delle operazioni di posa in opera della lastra in calcestruzzo, alla effettuazione degli scavi a sezione obbligatoria, con demolizione degli strati sottostanti necessari per la realizzazione degli ancoraggi.

Verranno quindi posizionati i ferri d'armatura e si procederà infine al getto del calcestruzzo fino alla quota indicata nei disegni di progetto, curando la predisposizione dei ferri d'attesa e la sagomatura della superficie del getto, in modo da favorire la trasmissione degli sforzi di taglio in corrispondenza di detta superficie di ripresa.

Il calcestruzzo sarà lo stesso della lastra e sarà gettato a mano secondo le sagome e le dimensioni indicate nei disegni di progetto.

Al momento della posa in opera dell'armatura corrente e di quella di rinforzo della lastra, si provvederà alla sistemazione dei ferri di collegamento fra ancoraggi e lastra e quindi alla successiva posa in opera del calcestruzzo che sarà effettuata negli spessori indicati nei disegni di progetto.

I ferri di armatura degli ancoraggi saranno dello stesso tipo di quelli adoperati per la lastra ad armatura continua.

Autorizzazione per la transitabilità della lastra

Sulla lastra in calcestruzzo ad armatura continua non potrà circolare alcun veicolo prima che siano trascorse almeno 72 ore dall'esecuzione dei getti, salvo diversa indicazione del progetto con verifica delle resistenze raggiunte dal calcestruzzo al momento dell'apertura.

Tale verifica sarà effettuata su provini confezionati con calcestruzzo prelevato al momento della stesa e maturati all'aperto in condizioni analoghe a quelle della lastra.

L'Impresa dovrà predisporre gli opportuni accorgimenti per evitare che autoveicoli di qualsiasi tipo possano anche accidentalmente transitare sulla lastra prima del termine sopraindicato e comunque dovrà provvedere alla riparazione dei danni arrecati da veicoli che non abbiano rispettato i segnali di divieto.

Controlli

Il controllo della qualità dei materiali impiegati per la costruzione della lastra ad armatura continua e della loro posa in opera deve essere effettuato con prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sia allo stato fresco che indurito, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

Ogni prelievo dei materiali impiegati deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio Ufficiale, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Il prelievo delle miscele allo stato fresco sarà effettuato, su incarico della Direzione dei Lavori, da un Laboratorio Ufficiale che provvederà all'esecuzione delle prove nei tempi e nei modi previsti dalle norme tecniche adottate.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza sono indicati nella seguente tabella.

Tabella 10.5. – Controllo dei materiali e verifica prestazionale

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato	Impianto	Iniziale quindi ogni 12 mesi	
Acqua	Impianto	Iniziale	
Cemento	Impianto	Iniziale	
Aggiunte	Impianto	Iniziale	
Aggregato	Impianto	Settimanale oppure ogni 4000 m ³ di stesa	
Calcestruzzo fresco	Cantiere	Giornaliera	Composizione Contenuto d'aria Consistenza
Calcestruzzo indurito	Cantiere	Giornaliera	Resistenze meccaniche di progetto
Carote per resistenze	Pavimentazione	Giornaliera oppure ogni 300m di stesa	Resistenze meccaniche di progetto
Carote per spessori	Pavimentazione	Giornaliera oppure ogni 300m di stesa	Spessori di progetto
Pavimentazione	Pavimentazione	ogni 100m di stesa	Bacino di deflessione uguale o minore di quello ammesso in progetto
Pavimentazione	Pavimentazione	Misura in continuo con base di misura di 20m	IRI < 3 mm/m
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia di stesa	
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia di stesa	

Qualità dei materiali

Le prove di qualificazione degli aggregati per l'accertamento dei requisiti richiesti dalle presenti norme tecniche vanno ripetute ogni qualvolta varierà la loro origine ed in ogni caso con una frequenza non inferiore a 6 mesi.

Per tutte le frazioni granulometriche di aggregati lapidei utilizzate, vanno controllati i valori di assorbimento di umidità, e la distribuzione granulometrica.

Nella curva granulometrica di ciascuna frazione sono ammesse differenze delle singole percentuali di passante di:

- ± 5 per l'aggregato grosso;
- ± 3 per l'aggregato fino;

rispetto ai valori considerati nella fase di qualifica delle miscele.

Differenze superiori comportano l'arresto dei lavori e lo studio di una nuova composizione per la miscela degli aggregati.

Sul solo aggregato fino si effettua il controllo dell'equivalente in sabbia, mentre sull'aggregato grosso si effettua la determinazione della perdita di massa per urto e rotolamento (Los Angeles).

I valori ottenuti devono essere conformi alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

Tutte le prove sugli aggregati, ivi incluso il loro campionamento, vanno eseguite secondo quanto previsto dalla norma UNI 8520.

L'Impresa fornirà alla Direzione dei Lavori il certificato ICITE di ogni tipo e classe di cemento utilizzato, per ciascuna fornitura impiegata.

Deve inoltre essere misurata la temperatura del cemento impiegato, che non deve superare i 50°C.

Controllo delle miscele allo stato fresco

I controlli sono effettuati sul calcestruzzo fresco prelevato all'atto della messa in opera (UNI 6126).

Fatte salve le tolleranze specificate nel seguito, le caratteristiche delle miscele allo stato fresco dovranno essere conformi alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

La verifica della composizione del calcestruzzo è effettuata controllando la curva granulometrica dell'aggregato, il contenuto di cemento ed il rapporto a/c secondo la modalità previste nella norma UNI 6393.

Nella curva granulometrica dell'aggregato combinato sono ammesse differenze delle singole percentuali di passante di:

- ± 5 per l'aggregato grosso;
- ± 3 per l'aggregato fino;

rispetto alla curva di progetto.

Per il contenuto di cemento e di acqua sono ammesse differenze rispettivamente del 3% e del 10%.

Se è prescritto l'impiego di additivo aerante, sarà determinata la percentuale di aria inclusa, secondo le modalità previste nella norma UNI 6395.

La misura della consistenza del calcestruzzo dovrà essere effettuata con i metodi previsti in progetto.

Controllo delle miscele allo stato indurito

Sono previste, oltre alle prove di resistenza meccanica a compressione relative al controllo di accettazione (D.M. 9/1/96 e successivi aggiornamenti), prove di resistenza a flessione (UNI 6133) ed a trazione indiretta (UNI 6135) su provini confezionati prelevando il calcestruzzo fresco all'atto della messa in opera (UNI 6126).

Il numero ed il tipo dei provini da confezionare per i controlli di accettazione sarà specificato dalla Direzione dei Lavori secondo le prescrizioni del D.M. 9 gennaio 1996.

Si effettueranno giornalmente almeno 2 prelievi per la misura della resistenza a compressione e 3 prelievi sia per la misura della resistenza a flessione che per la misura della resistenza a trazione indiretta; le dimensioni dei provini saranno quelle specificate nella norma UNI 6130.

I prelievi, ciascuno di 3 provini, saranno ripartiti regolarmente nel corso della giornata di lavoro.

La Direzione dei Lavori preciserà di volta in volta, in funzione dell'attrezzatura vibrante della macchina di stesa impiegata e della temperatura media giornaliera nella stagione in cui si effettuano i getti:

- il metodo di compattazione dei getti;
- la temperatura di maturazione;

ed ogni altro elemento che, secondo le citate norme UNI, debba venire scelto al momento delle prove.

Dopo 3 giorni di maturazione saranno effettuate le prove di resistenza meccanica a compressione, a flessione, ed a trazione indiretta sui provini ottenuti dal primo prelievo.

I valori medi ottenuti dovranno essere conformi alle prescrizioni delle seguenti norme tecniche con una tolleranza del 10%.

In caso di non conformità saranno immediatamente provati i provini ottenuti dal secondo prelievo.

Se, una volta avviato il cantiere, la non conformità permane per due giorni consecutivi la produzione e la messa in opera del calcestruzzo sarà fermata.

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo non verrà rimesso in funzione se non dopo un controllo completo delle macchine, dei dosatori degli aggregati e del cemento, e dopo che si sarà presa ogni misura per rimediare alle insufficienze constatate.

Sui provini ottenuti dal terzo prelievo si effettueranno le misure di resistenza meccanica a trazione per flessione, ed a trazione indiretta dopo 28 giorni di maturazione.

I risultati ottenuti saranno impiegati per individuare una relazione sperimentale, per il calcestruzzo posto in opera, tra la resistenza a trazione per flessione, e quella a trazione indiretta.

Tutte le prove di resistenza meccanica saranno effettuate presso un Laboratorio Ufficiale.

Controlli sulla lastra finita.

Il controllo della qualità del calcestruzzo in opera sarà eseguito sulla lastra finita, a prescindere dall'esito dei controlli di accettazione, e delle altre prove effettuate sul calcestruzzo prelevato alla messa in opera.

Tale controllo riguarderà la resistenza caratteristica, la resistenza a flessione, e quella a trazione indiretta, secondo quanto richiesto dagli elaborati di progetto.

Per l'esecuzione dei controlli è previsto il prelievo di carote dalla pavimentazione finita e la loro rottura a 28 giorni dal getto.

Il prelievo delle carote, da eseguire in contraddittorio, la loro conservazione (UNI 6131) e le prove di resistenza meccanica sui provini da esse ricavati dovranno essere eseguite, esclusivamente presso laboratori ufficiali.

Ogni carota dovrà essere identificata con data, ora e punto di prelievo.

Bisognerà porre la massima cura nell'evitare la presenza di porzioni di barre di armatura nelle carote.

Il diametro delle carote dovrà essere superiore a 100 mm (preferibilmente 150 mm) e comunque maggiore di 4 volte la dimensione massima effettiva dell'aggregato impiegato.

La resistenza a compressione viene determinata su prelievi di 2 carote. La preparazione dei provini (taglio, rettifica, cappaggio) e la loro rottura è eseguita secondo la norma UNI 6132.

La loro altezza dovrà essere compresa tra 1 e 2 volte il diametro della carota (preferibilmente 1,2 volte).

Per passare dalla resistenza a compressione misurata sui campioni cilindrici (R_{cil}), alla resistenza cubica a compressione (R_{cc}) del calcestruzzo in opera, si utilizzerà la seguente relazione:

$$R_{cc} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 R_{cil}$$

$$\alpha_1 = \frac{D}{1.5 + \frac{\Phi}{h}}$$

$D = 2.5$ per carote prelevate orizzontalmente

$D = 2.3$ per carote prelevate verticalmente

$$\alpha_2 = 1.0 + 1.5 \left(\frac{\Phi_r d}{\Phi l} \right)$$

(solo in caso di presenza, all'interno della carota, di barre di armatura ortogonali all'asse della carota stessa)

$$\alpha_3 = 1.20$$

(per tenere conto del disturbo arrecato dal prelievo)

Φ_r diametro della carota

Φ diametro della barra

h : altezza della carota

l : lunghezza del campione prima del cappaggio

d : distanza dell'asse della barra dall'estremità più vicina della carota

Nel caso in cui siano presenti più barre di armatura, andrà considerata nel calcolo solamente quella che dà il valore più elevato del prodotto ($\Phi_r d$).

Per la determinazione della resistenza caratteristica si procederà in analogia a quanto previsto dall'allegato 2 al D.M. 9 gennaio 1996.

Qualora la resistenza meccanica determinata sulle carote estratte dalla pavimentazione non sia conforme a quanto previsto negli elaborati di progetto, sui tratti relativi ai prelievi non conformi verrà applicata una penale pari all'80% dell'importo della lastra.

Capacità portante

Sulla pavimentazione finita, il controllo della capacità portante si esegue mediante indagine sul bacino di deflessione o con la stima delle caratteristiche meccaniche dei diversi strati costituenti la sovrastruttura.

La capacità portante della pavimentazione può essere determinata con prove dinamiche tipo FWD, o con sistemi analoghi.

Per l'accettazione della sovrastruttura deve verificarsi che i valori di deflessione misurati devono essere uguali o minori di quelli ammessi nel calcolo di progetto in relazione alla vita utile prevista per la pavimentazione.

La media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza massima di 1 km) deve essere confrontata con il valore previsto in progetto.

Per risultati superiori fino al 10% alla pavimentazione (tutti gli strati) potrà essere applicata una detrazione del 10% del prezzo; per risultati superiori compresi tra il 10% e il 15% potrà essere applicata una penale del 20% per tutto il tratto omogeneo.

Per misure di deflessione superiori al 20% del valore ammissibile in progetto, la pavimentazione dovrà essere demolita e ricostruita a spese dell'Impresa.

Se lo strato risulta già sanzionato per carenze dovute agli strati inferiori, la detrazione verrà applicata solo per l'eventuale differenza, estesa agli strati sovrastanti.

Spessore

Lo spessore della pavimentazione viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Sarà possibile in alternativa misurare lo spessore con apparecchiature automatiche i cui rilevamenti siano stati precedentemente tarati utilizzando le carote estratte.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto potrà essere applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco, per ogni mm di materiale mancante.

Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto, la pavimentazione dovrà essere demolita e ricostruita a spese dell'Impresa.

Regolarità

64

Il controllo della regolarità riguarderà sia il profilo trasversale che quello longitudinale.

Il profilo trasversale è controllato ogni 3,00 m, per mezzo di un regolo rigido di 3,00 m di lunghezza, entro 24 ore dalla stesa del calcestruzzo. In caso di dislivelli superiori a 5 mm è richiesta l'eliminazione del dislivello mediante molatura.

Se dopo le correzioni permangono dislivelli trasversali superiori a 10 mm potrà essere richiesta la demolizione delle parti della lastra affette da tali dislivelli ed il loro rifacimento a cura ed a spese dell'Impresa.

Il controllo della regolarità del profilo longitudinale è effettuato mediante la rilevazione del profilo della pavimentazione secondo la norma ASTM E950 ed il successivo calcolo dell'indice IRI.

Le apparecchiature utilizzate dovranno essere di classe 1 e dovranno effettuare il rilievo con un intervallo di campionamento inferiore a 30 cm.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 3° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

L'indice IRI è calcolato impiegando l'algoritmo riportato dalla norma ASTM E1926. Per i tratti rilevati dovranno essere costruiti dei profili di regolarità (riportando i valori di IRI in funzione della posizione) utilizzando una base di riferimento della lunghezza di 20 m.

In questi profili il valore dell'IRI non dovrà essere superiore a 3 mm/m.

Aderenza

Per il tappeto di usura il coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0.60.

In alternativa si può determinare la resistenza di attrito radente con lo *Skid Tester* (CNR B.U. n. 105/1985) che deve fornire valori di BPN (*British Pendulum Number*) maggiori o uguali a 60.

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR B.U. n. 94/1983, o mediante apparecchiature a rilievo continuo⁵, deve essere superiore o uguale a 0.4 mm.

Le misure di CAT e HS devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico, per ogni corsia, con un "passo di misura" di 10 m.

I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "mini texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote.

Nei casi in cui il valore medio di CAT o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0.40 e 0.25 mm si deve procedere all'asportazione completa con fresa dello strato e alla stesa di un nuovo strato. In alternativa si può procedere all'effettuazione di trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al di sopra della soglia di accettabilità.

5 *Mini texture meter* (WDM - TRRL), SUMMS, etc.

Art. 11 - Trattamenti bituminosi a freddo

I trattamenti bituminosi a freddo consistono in tecniche stradali che prevedono l'impiego come legante di emulsioni bituminose:

- trattamenti superficiali di irruvidimento a freddo;
- microtappeti a freddo (*slurry seals*);
- trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo.
-

65

Trattamenti superficiali di irruvidimento a freddo

I trattamenti superficiali di irruvidimento a freddo sono interventi finalizzati al miglioramento dell'aderenza e dell'impermeabilità della superficie stradale.

Schematicamente si realizzano mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa seguita dalla stesa di aggregati lapidei di ricoprimento, secondo dosaggi prestabiliti.

A seconda che tale procedimento si ripeta una o due volte, si parlerà rispettivamente di trattamenti superficiali di irruvidimento monostrato oppure bistrato.

Legante

L'emulsione bituminosa deve essere caratterizzata da un elevato contenuto di bitume, rapida velocità di rottura ed una elevata viscosità; in considerazione delle prestazioni richieste, tale emulsione deve essere del tipo ECR 69, modificata con polimeri avente le proprietà riportate nella seguente tabella.

Tabella 11.1 . – Emulsione bituminosa

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata ECR 69
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	70±1
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	Dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 65

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale

Aggregati

Gli aggregati devono essere puliti, esenti da parti fini (< 1 mm) o da materiali estranei.

Sono costituiti da pietrischetti e graniglie, ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, raggruppabili in classi d/D la cui granulometria deve rientrare nei limiti indicati nella seguente tabella.

Per gli aggregati è consentito l'impiego, di classi diverse purché di dimensioni prossime, fermo restando i criteri che fissano i requisiti granulometrici di accettazione.

Le caratteristiche fisiche, geometriche e meccaniche devono essere tali da garantire elevata resistenza all'urto e all'abrasione, oltre che evitare l'insorgere prematuro di indesiderati fenomeni di levigatura sotto l'azione degli pneumatici.

Tabella 11.2. – Caratteristiche aggregati

classificazione CNR	classe "d/D" (mm)	% trattenuto "D"	% passante "d"	% passante 0.5 mm	% passante 0.05 mm
pietrischetto	12/16	≤ 10 (°)	≤ 10 (°)	≤ 0.5	≤ 0.05
pietrischetto	8/12				
graniglia	6/10				
graniglia	4/6				
graniglia	2/4 (*)				

In accordo con la norma CNR B.U. n. 139/92 le dimensioni d/D sono riferite alle aperture di setacci a maglie quadre

(°) la somma delle frazioni % maggiore di "D" e minore di "d" deve comunque essere inferiore al 15%

(*) classe utilizzata in ambito urbano

Tabella 11.3. – Caratteristiche aggregati

Caratteristiche Aggregati lapidei	normativa riferimento	Traffico nei due sensi (veicoli/giorno)		
		basso (< 1.500)	medio ($1.500 \div 3.000$)	elevato (> 3.000)
Los Angeles (*)	CNR 34/73	≤ 25	≤ 20	≤ 18
Micro Deval umida (*)	CNR 109/85	≤ 20	≤ 15	≤ 12
CLA	CNR 140/92	≤ 42	≤ 44	≤ 45
Spogliamento	CNR 138/92	0	0	0
Sensibilità al gelo (°)	CNR 80/80	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Indice di appiattimento	CNR 95/84	≤ 20	≤ 20	≤ 15

(*) Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

(°) in zone considerate soggette a gelo

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Monostrato

Per l'esecuzione di un trattamento monostrato a singola granigliatura possono essere utilizzate le classi di graniglia 2/4 (per interventi in ambito urbano), 4/6 e 6/10.

Bistrato

Il trattamento superficiale bistrato a doppia granigliatura può utilizzare come aggregati di ricoprimento le classi granulometriche 8/12 + 4/6, 6/10 + 2/4, 8/12 + 4/6.

Dosaggi

I dosaggi di graniglia e di emulsione bituminosa per unità di superficie variano in funzione del tipo di trattamento da realizzare e delle classi granulometriche degli aggregati, secondo i valori orientativi riportati nella seguente tabella.

Tabella 11.4. – Dosaggi di graniglia e di emulsione bituminosa

Tipo di trattamento	Aggregati		ECR 69
	classe "d/D"	dosaggio (litri/m ²)	Dosaggio (kg/m ²)
monostrato	4/6	6.0 ÷ 7.0	1.30
monogranigliatura	6/10	8.0 ÷ 10.0	1.50
bistrato	I strato: 6/10	8.0 ÷ 9.0	1.40
doppia granigliatura	II strato: 2/4	5.0 ÷ 6.0	1.10
	I strato: 8/12	9.0 ÷ 10.0	1.50
	II strato: 4/6	6.0 ÷ 7.0	1.40

Tale dosaggio deve inoltre tenere conto del volume di traffico previsto ($\pm 15\%$ con incrementi al diminuire del numero di veicoli), del clima ($\pm 10\%$ con aumenti per le zone più fredde) e delle caratteristiche superficiali della pavimentazione esistente.

Ai fini dell'accettazione dei materiali, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del trattamento superficiale tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Preparazione delle superfici di stesa

La pavimentazione esistente deve presentare una superficie priva di degradazioni intense (es. ormaie, avvallamenti e fessurazioni estese) tali da compromettere l'efficacia del trattamento.

Eventuali fessure longitudinali o di giunto dovranno essere sigillate preventivamente, in modo da predisporre un manto stradale continuo per uniformare il dosaggio di legante.

Nel caso che la superficie si presenti eccessivamente sporca, la Direzione dei Lavori ha la facoltà di ordinare all'Impresa interventi di pulizia, senza che ne derivino compensi aggiuntivi.

Posa in opera

L'esecuzione del trattamento non deve essere effettuata se la temperatura superficiale della pavimentazione risulta inferiore a 10°C , se la temperatura dell'aria è minore di 10°C , in caso di pioggia oppure di strada bagnata.

L'intervento ha inizio con la spruzzatura dell'emulsione secondo il dosaggio prestabilito.

Durante la stesa dell'emulsione deve essere controllata la ripartizione del legante trasversalmente alla strada; la cisterna spruzzatrice deve inoltre assicurare ovunque l'uniformità di dosaggio.

Eventuali giunti longitudinali non devono essere ubicati nelle zone della carreggiata più battute dalle ruote dei veicoli.

La larghezza della striscia spruzzata deve essere compatibile con la larghezza copribile con un passaggio di spandi-graniglia, il quale deve seguire la spruzzatrice ad una distanza massima di 40 m.

La rullatura deve avvenire alla stessa distanza dallo spandi-graniglia, eseguendo un numero di passate di norma non inferiore a 5 con una velocità di $2\div 3$ km/h per le prime tre e di $8\div 10$ km/h per le rimanenti.

Nel caso di trattamenti monostrato, l'esecuzione termina con la rimozione dell'aggregato in eccesso mediante apposita spazzatrice aspirante, con potenza opportunamente dosata, dopo circa due ore e non oltre tre ore dal termine delle operazioni di rullatura ovvero dopo le prime 24 ore di apertura al traffico veicolare a velocità limitata.

Per i trattamenti bistrato, l'applicazione della seconda mano di legante non deve causare sovrapposizioni dei "giunti" longitudinali di spruzzatura.

I granulati di rigetto dal bordo della prima banda di stesa devono essere eliminati prima della spruzzatura della banda adiacente.

Seguirà la seconda stesa degli aggregati mediante spandi-graniglia che deve passare sugli inerti stesi in modo da non asportare il legante fresco.

Successivamente si deve effettuare una rullatura analoga a quella descritta per la compattazione del primo strato, eseguendo un numero di passate di norma non inferiore a 5 con una velocità di $2\div 3$ km/h per le prime tre e di $8\div 10$ km/h per le rimanenti.

Anche in questo caso, al termine dell'esecuzione del trattamento, si deve provvedere alla rimozione dell'aggregato in eccesso, mediante apposita spazzatrice aspirante, con potenza opportunamente dosata, dopo circa due ore e non oltre tre ore dal termine delle operazioni di rullatura ovvero dopo le prime 24 ore di apertura al traffico veicolare a velocità limitata.

In ogni caso si deve garantire che al termine della giornata lavorativa, sulla superficie di intervento sia stato eseguito anche il secondo strato.

Nel caso dei trattamenti bistrato, una volta eseguita la rullatura della seconda granigliatura, occorre eliminare gli aggregati di rigetto

mediante una spazzatrice aspirante, con potenza opportunamente dosata, dopo circa due ore e non oltre tre ore dal termine delle operazioni di rullatura.

Controlli

Il controllo della qualità dei trattamenti superficiali di irruvidimento a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove *in situ*.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riassunti nella tabella seguente.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; di essi uno viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio Ufficiale, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Nel caso di prove o prelievi *in situ*, il valore previsto in fase di progetto deve essere confrontato con la media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza massima di 1 km).

Tabella 11.5. - Controllo dei materiali e verifica prestazionale

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE
emulsione bituminosa	cisterna	Settimanale oppure ogni 50.000 m ² di stesa
aggregato	deposito di stoccaggio	Settimanale oppure ogni 50.000 m ² di stesa
emulsione bituminosa	autobotte spruzzatrice	giornaliero oppure ogni 10.000 m ² di stesa
aggregato	tramoggia spandigraniglia	giornaliero oppure ogni 10.000 m ² di stesa
dosaggio legante	pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa
dosaggio aggregati	pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa
aderenza	pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (CAT) oppure ogni 100 m (BPN)
macrorugosità	pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (HS) oppure ogni 100 m (HS)

Dosaggi e qualità dei materiali

La verifica di qualità dell'emulsione bituminosa e degli aggregati lapidei deve avvenire con frequenza settimanale oppure ogni 50.000 m² di stesa; il controllo sui dosaggi dei materiali, oltre che in corso d'opera ogni 500 m di fascia di stesa, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante, volume degli aggregati) ogni giorno lavorativo oppure ogni 10.000 m²; in ogni caso i quantitativi impiegati non devono essere inferiori a quelli stabiliti in fase di progetto e confermati dalla Direzione dei Lavori con tolleranze del $\pm 5\%$ per il legante e $\pm 10\%$ per gli aggregati.

Differenze superiori saranno in ogni caso penalizzate con una riduzione del 15% del compenso.

Aderenza e rugosità

Il Coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR B.U. n. 147/1992) deve risultare superiore o uguale a 0,65. In alternativa si può determinare la resistenza di attrito radente con lo *Skid Tester* (CNR B.U. n. 105/1985) che deve fornire valori di BPN (*British Pendulum Number*) maggiori o uguali a 65.

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR B.U. n. 94/1983, o mediante apparecchiature a rilievo continuo⁵, deve essere superiore o uguale a 0,7 mm.

Le misure di CAT e HS in continuo devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico con un "passo di misura" di 10 m.

5 Mini texture meter (WDM - TRRL), SUMMS, etc.

I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Qualora il valore medio di CAT (ovvero BPN) o di HS, per ciascuna tratta omogenea (tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale") o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con *mini texture meter*), sia inferiore ai valori prescritti, il trattamento superficiale viene penalizzato del 15% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di CAT o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0,40 e 0,30 mm l'Impresa è tenuta a sue spese ad eseguire l'asportazione completa del trattamento e al rifacimento dello stesso.

Controllo visivo

Il controllo visivo dello strato finito deve avvenire tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico della strada, secondo un criterio che prevede la suddivisione del trattamento in maglie di superficie S_m lunghe 100 m aventi larghezza pari a quella di una corsia.

69

Microtappeti a freddo (*slurry seals*)

I microtappeti a freddo (*slurry seals*) sono interventi finalizzati al miglioramento dell'aderenza e dell'impermeabilità superficiali di pavimentazioni flessibili.

Essi consistono nella stesa in strati sottili di malte bituminose irruvidite, ottenute miscelando aggregati lapidei di qualità con emulsioni bituminose elastomerizzate ed idonei additivi, con eventuale aggiunta di acqua e di fibre.

Legante

Il legante impiegato è una emulsione bituminosa elastomerizzata a rottura controllata, con 60% oppure 65% di bitume, caratterizzata da un legante residuo le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 11.6. – Caratteristiche legante residuo

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	requisito
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	Dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 60
Punto di rottura Fraass	CNR B.U. n. 35/1973	°C	< -14
% di elastomero sul peso di bitume	-	%	3.5 ÷ 5.0

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale

Aggregati

Gli aggregati lapidei sono costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee; essi devono soddisfare particolari requisiti in termini di granulometria, forma, pulizia, e resistenza meccanica.

L'aggregato grosso, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella, deve essere ottenuto esclusivamente dalla frantumazione di rocce di cava.

Tabella 11.7.– Caratteristiche aggregato grosso

Parametro	Normativa	requisito
Los Angeles (*)	CNR B.U. n. 34/1973	≤ 18
Micro Deval umida (*)	CNR B.U. n. 109/1985	≤ 12
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	≥ 45
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	0
Sensibilità al gelo (°)	CNR B.U. n. 80/1980	≤ 20
Indice di appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	≤ 15

(*) Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

(°) in zone considerate soggette a gelo

L'aggregato fino, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella, deve essere composto da sabbia di frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione, la sabbia deve garantire una buona tenacità.

In ogni caso la somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate maggiore a 2 mm (maglia quadra) non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso, quando le stesse sabbie provengono da rocce aventi un valore di C.L.A. $\leq 0,43$.

70

Tabella 11.8. – Caratteristiche aggregato fino

Parametro	Normativa	Requisito
Los Angeles (*)	CNR B.U. n. 34/1973	≤ 18
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	≥ 45
Equivalente in sabbia ES	CNR B.U. n. 27/1972	≥ 80
(*) ricavato sulla roccia di origine per la classe C.		

Il filler provenienti dalla frazione fina degli aggregati potranno essere integrati con filler di apporto costituito normalmente da cemento Portland 325, oppure da polvere di roccia calcarea, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

In ogni caso il filler per microtappeti a freddo deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 11.9. - Caratteristiche aggregato grosso

Parametro	Normativa	Unità di misura	Requisito
Spogliamento	CNR B.U. n 138/1992	%	≤ 5
Passante allo 0.18	CNR B.U. n 23/1971	%	100
Passante allo 0.075	CNR B.U. n 75/1980	%	≥ 80
Indice plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Rigden	CNR B.U. n 123/1988	%	30-45
Stiffening Power	CNR B.U. n 122/1988	ΔPA	≥ 5
Rapporto filler/bitume = 1,5			

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dei materiali tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque ritenute dannose.

Miscele

Le miscele devono avere una composizione diversa in funzione dello spessore finale che si intende ottenere; nella seguente tabella sono riportati i requisiti granulometrici e delle miscele per i diversi tipi di soluzione.

Tabella 11.10. - Requisiti granulometrici e delle miscele per i diversi tipi di soluzione

SPESSORE	3 mm	6 mm	9 mm
Granulometria			
Passante al crivello 15 mm	-	-	100

Passante al crivello 10 mm	100	100	85 ÷ 100
Passante al crivello 5 mm	85 ÷ 100	55 ÷ 85	55 ÷ 75
Passante al setaccio 2 mm	58 ÷ 83	30 ÷ 55	30 ÷ 55
Passante al setaccio 0.40 mm	22 ÷ 36	14 ÷ 28	14 ÷ 28
Passante al setaccio 0.18 mm	11 ÷ 22	8 ÷ 19	8 ÷ 19
Passante al setaccio 0.075 mm	6 ÷ 10	5 ÷ 10	4 ÷ 10
Miscela			
Dosaggio della malta (kg/m ²)	6 ÷ 10	8 ÷ 14	13 ÷ 20
D _{max} aggregati (mm)	5 ÷ 6	7 ÷ 9	10 ÷ 12
Bitume residuo (% peso aggregati)	7 ÷ 10	6 ÷ 8	5 ÷ 7.5

Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che aggiunti al bitume consentono di migliorarne le caratteristiche.

Per favorire una distribuzione uniforme l'aggiunta deve avvenire per soluzione acquosa durante la pre-umidificazione.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume - aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego (temperatura ambientale e del piano di posa), della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nella tabella 18.7.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Le fibre minerali possono essere aggiunte alla malta bituminosa, mediante idonea apparecchiatura, allo scopo di favorire l'esecuzione dei microtappeti conferendo maggiore consistenza e stabilità al momento dell'applicazione quando ancora non è avvenuta la rottura dell'emulsione.

Le fibre minerali devono possedere i requisiti indicati nella seguente tabella e vanno aggiunte con percentuali in peso riferite agli aggregati variabili tra lo 0,6% e 1,0%.

Tabella 11.11. - Requisiti granulometrici e delle miscele per i diversi tipi di soluzione

CARATTERISTICHE	Unità	Valore
Peso del filo	tex (g/Km)	30 ± 2
Diametro medio del filo	micron	15 ± 1
Peso nominale/lineare della matassa	tex (g/Km)	2.400 ± 15
Resistenza alla trazione	MPa	2.400 ÷ 3.400
Allungamento massimo	%	3,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 700

I dosaggi indicati nella suddetta tabella sono da ritenersi orientativi rispetto a quelli che devono essere formulati sulla base di studi specifici in relazione all'intervento da realizzare.

Tali indagini di laboratorio devono consentire di valutare, oltre ai dosaggi di bitume residuo e degli aggregati, anche la compatibilità tra emulsione bituminosa ed aggregato lapideo, gli effetti dovuti all'apporto del *filler* e degli additivi, il quantitativo dell'eventuale acqua di apporto, il tempo di lavorabilità della malta.

Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione dei Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica per l'aggregato grosso gli scostamenti delle singole percentuali devono essere al massimo pari a $\pm 3\%$; per l'aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) il limite dello scostamento ammissibile è pari a $\pm 2\%$ mentre per il passante al setaccio UNI 0,075 mm sono ammesse variazioni non superiori a $\pm 1,5\%$.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$.

Tali valori devono essere soddisfatti dai risultati ricavati sulle miscele prelevate durante la stesa.

Confezionamento e posa in opera

72

Prima della realizzazione del microtappeto a freddo, si deve procedere alla preparazione del piano di posa, mediante pulizia della superficie stradale (rimozione di detriti, polveri e sostanze estranee), sigillatura delle fessure, riprofilatura dei tratti deformati, eventuale umidificazione del supporto se completamente asciutto e caldo.

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente, in grado di assicurare lo stoccaggio dei materiali costituenti (aggregati lapidei, emulsione bituminosa, acqua, additivi, regolatori di rottura), il corretto dosaggio, una intima miscelazione, la stesa ed il livellamento delle miscele mediante apposito stenditore a carter.

In particolari situazioni, la Direzione dei Lavori potrà ordinare, dopo la stesa della malta e prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto prevedendo la stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 kg di sabbia/m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Nei casi in cui siano presenti zone caratterizzate da elevate sollecitazioni tangenziali, è possibile effettuare una doppia stesa della malta bituminosa.

Al termine delle operazioni di stesa, il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di reflusso del legante.

In zone caratterizzate da elevate sollecitazioni superficiali tangenziali (curve etc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento.

La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero in grado di simulare l'azione del traffico veicolare, munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore a 5 °C ed in caso di pioggia.

Controlli

Il controllo della qualità dei microtappeti a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove *in situ*.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio Ufficiale, il rimanente resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Nel caso di prove o prelievi *in situ*, il valore previsto in fase di progetto deve essere confrontato con la media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza < 1 km).

La verifica di qualità dei materiali deve avvenire con frequenza settimanale oppure ogni 50.000 m² di stesa; il controllo sui dosaggi, oltre che in corso d'opera ogni 500 m di fascia di stesa, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante, volume degli aggregati) ogni giorno lavorativo oppure ogni 10.000 m²; in ogni caso i quantitativi di legante impiegati non devono essere inferiori a quelli stabiliti in fase di progetto e confermati dalla Direzione dei Lavori con tolleranze del $\pm 5\%$.

Il coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0,65. In alternativa si può determinare la resistenza di attrito radente con lo *Skid Tester* (CNR B.U. n. 105/1985) che deve fornire valori di BPN (*British Pendulum Number*) maggiori o uguali a 65.

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR B.U. n. 94/1983, o mediante apparecchiature a rilievo continuo⁵, deve essere superiore o uguale a 0,7 mm.

Le misure di CAT e HS in continuo devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico con un "passo di misura" di 10 m.

I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Nei casi in cui il valore medio di CAT o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0,40 e 0,30 mm, l'Impresa è tenuta a sue spese

ad eseguire l'asportazione completa del microtappeto a freddo e al rifacimento dello stesso.

Tabella 11.12. – Controllo dei materiali e verifica prestazionale

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE
emulsione bituminosa	cisterna	Settimanale oppure ogni 50.000 m ² di stesa
aggregati e filler	deposito	Settimanale oppure ogni 50.000 m ² di stesa
emulsione bituminosa	serbatoio	giornaliero oppure ogni 10.000 m ² di stesa
aggregati e filler	tramoggia	giornaliero oppure ogni 10.000 m ² di stesa
dosaggio legante	pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa
aderenza	pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (CAT) oppure ogni 100 m (BPN)
macrorugosità	pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (HS) oppure ogni 100 m (HS)

Trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo

I trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo vengono realizzati su pavimentazioni in misto granulare non legato, caratteristiche di strade a basso volume di traffico.

Essi hanno lo scopo di migliorare la regolarità, l'aderenza e l'impermeabilità superficiale e normalmente sono realizzati in alternativa ai manti di usura tradizionali in conglomerato bituminoso.

Il trattamento prevede l'impregnazione della pavimentazione esistente, seguita da due applicazioni di emulsione bituminosa saturata con graniglia.

Il risultato finale realizza un manto intimamente legato alla superficie trattata, con caratteristiche di plasticità tali da seguire senza danno eventuali assestamenti del sottofondo.

Legante

Per la realizzazione dell'impregnazione, deve essere utilizzata una emulsione bituminosa cationica a rottura media caratterizzata dai requisiti di accettazione indicati nella seguente tabella.

Tabella 11.13. – Requisiti di accettazione di emulsione bituminosa cationica a rottura media

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	ECM 55
Polarità	CNR B.U. n 99/1984		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n 101/1984	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n 100/1984	%	55±2
Flussante (%)	CNR B.U. n 100/1984	%	≤ 8
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n 102/1984	°E	≤ 5
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n 24/1971	dmm	≥ 200
Punto di rammolimento	CNR B.U. n 35/1973	°C	≥ 20

Per la seconda e terza applicazione, deve essere previsto l'impiego di una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida, caratterizzata dai requisiti di accettazione indicati nella seguente tabella; è ammesso l'uso di emulsioni con diversa percentuale di legante purché siano rispettati i requisiti del bitume residuo indicati nella stessa tabella.

Tabella 11.14. – Requisiti di accettazione di emulsione bituminosa cationica a rottura rapida

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	ECR 65
Polarità	CNR B.U. n 99/1984		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n 101/1984	%	35±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n 100/1984	%	65±2
Flussante (%)	CNR B.U. n 100/1984	%	≤ 4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n 102/1984	°E	≥ 15
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n124/1988	%	≤ 8
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n 24/1971	dmm	≤ 180
Punto di rammollimento	CNR B.U. n 35/1973	°C	≥ 40

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

Aggregati

Gli aggregati devono essere puliti, esenti da parti fini (< 1 mm) o da materiali estranei.

Sono costituiti da pietrischetti e graniglie, ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, raggruppabili in classi d/D la cui granulometria deve rientrare nei limiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 11.15. – Requisiti di accettazione di aggregati

classificazione CNR	classe "d/D" (mm)	% trattenuto "D"	% passante "d"	% passante 0.5 mm	% passante 0.05 mm
pietrischetto	12/18				
pietrischetto	8/12	≤ 10 (°)	≤ 10 (°)	≤ 0.5	≤ 0.05
graniglia	4/8				

In accordo con la norma CNR 139/92 le dimensioni d/D sono riferite alle aperture di setacci a maglie quadre

(°) la somma delle frazioni % maggiore di "D" e minore di "d" deve comunque essere inferiore al 15%.

Per gli aggregati è consentito l'impiego, in alternativa a quelle riportate nella suddetta tabella, di classi diverse purché di dimensioni prossime, fermo restando i criteri che fissano i requisiti granulometrici di accettazione.

Le caratteristiche fisiche, geometriche e meccaniche devono essere tali da garantire discreta resistenza all'urto e all'abrasione, secondo le specifiche riportate nella seguente tabella.

Tabella 11.16. – Caratteristiche fisiche, geometriche e meccaniche di aggregati

Caratteristiche aggregati lapidei	normativa di riferimento	requisito
Los Angeles (*)	CNR B.U. n. 34/1973	≤ 30
Micro Deval umida (*)	CNR B.U. n. 109/1985	≤ 25
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	≤ 37
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	0

Sensibilità al gelo (°)	CNR B.U. n. 80/1980	≤ 20
Indice di appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	≤ 25

(*) Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

(°) in zone considerate soggette a gelo.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

75

Dosaggi

Per la realizzazione dei trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo i dosaggi orientativi di graniglia e di emulsione bituminosa per unità di superficie sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 11.17. – Dosaggi per trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo

Tipo di trattamento		Aggregati		emulsione
		classe "d/D"	dosaggio (litri/m ²)	dosaggio (kg/m ²)
I strato (impregnazione)	granigliatura	12/18	14.0 ÷ 15.0	
	prima mano			3.00 (ECM 55)
	granigliatura	12/18	9.0 ÷ 10.0	
II strato	seconda mano			1.50 (ECR 65)
	granigliatura	8/12	9.0 ÷ 10.0	
III strato	terza mano			1.50 (ECR 65)
	granigliatura	4/8	6.0 ÷ 7.0	

Per la formazione del II e III strato, i quantitativi indicati nella suddetta tabella potranno essere variati dalla Direzione dei Lavori, senza che l'Impresa possa avanzare richieste di maggiori compensi, in funzione dello spessore medio dello strato considerato desunto dalle caratteristiche di appiattimento degli aggregati impiegati.

Tale dosaggio deve inoltre tenere conto del volume di traffico previsto (± 15% con incrementi al diminuire del numero di veicoli) e del clima (± 10% con aumenti per le zone più fredde).

Ai fini dell'accettazione dei materiali, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del trattamento superficiale, tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Preparazione delle superfici di stesa

Eventuale risagomatura del piano di posa con stabilizzato in misto granulare di pezzatura 0-30 mm, opportunamente steso e compattato.

Delimitazione e protezione dei margini della superficie di intervento: prima di dare inizio all'esecuzione del trattamento superficiale di depolverizzazione, l'Impresa deve delimitare i bordi della superficie di intervento con un arginello in sabbia o graniglia, allo scopo di profilare i margini del trattamento finito.

Ultimato il trattamento, resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti con pietrischetto bitumato.

Posa in opera

L'esecuzione del trattamento non deve essere effettuata se la temperatura superficiale della pavimentazione risulta inferiore a 10°C, se la temperatura dell'aria è minore di 10 °C, in caso di pioggia oppure di piano di posa eccessivamente umido e/o con ristagni di acqua.

I strato (impregnazione)

L'esecuzione del trattamento prevede inizialmente la stesa di pietrischetto di pezzatura 12/18 e successiva umidificazione

del piano di posa con autobotte dotata di barra spruzzatrice; successivamente si applica la prima mano di emulsione bituminosa al 55% di legante, con apposita autocisterna spanditrice, dotata di impianto di riscaldamento autonomo, di barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile e di tutte le strumentazioni per il controllo del dosaggio durante la stesa.

La cisterna spruzzatrice deve inoltre assicurare ovunque l'uniformità di dosaggio.

Eventuali giunti longitudinali non devono essere ubicati nelle zone della carreggiata più battute dalle ruote dei veicoli.

La larghezza della striscia deve essere compatibile con la larghezza copribile con un passaggio di spandi-graniglia, il quale deve seguire la spruzzatrice ad una distanza massima di 40 m per l'applicazione del pietrischetto 12/18 mm secondo i dosaggi stabiliti.

La realizzazione del primo strato si conclude con una rullatura, anch'essa a non più di 40 m dallo spandi-graniglia, eseguendo un numero di passate di norma non inferiore a 5 con una velocità di 2÷3 km/h per le prime tre e di 8÷10 km/h per le rimanenti.

76

II e III strato

Per l'esecuzione del secondo strato è prevista l'applicazione di emulsione bituminosa al 65% di legante, a cui segue l'applicazione della graniglia di saturazione 8/12 secondo i dosaggi stabiliti; il terzo ed ultimo strato si realizza in modo analogo prevedendo l'utilizzo come aggregati di ricoprimento di una graniglia 4/8.

L'applicazione della seconda e terza stesa di legante non deve causare sovrapposizioni dei "giunti" longitudinali di spruzzatura. I granulati di rigetto dal bordo della prima banda di stesa devono essere eliminati prima della spruzzatura della banda adiacente.

Al termine dell'esecuzione del trattamento, deve essere effettuata una rullatura analoga a quella descritta per la compattazione del primo strato, eseguendo un numero di passate di norma non inferiore a 5, con una velocità di 2÷3 km/h per le prime tre e di 8÷10 Km/h per le rimanenti.

In ogni caso, si deve garantire che, al termine della giornata lavorativa, sulla superficie di intervento sia stato eseguito il terzo strato.

L'Impresa è inoltre tenuta a provvedere alla rimozione dell'aggregato in eccesso mediante apposita spazzatrice aspirante, con potenza opportunamente dosata, dopo i primi 7 giorni di apertura al traffico veicolare a velocità limitata certamente non superiore a 40 km/h.

L'apertura al traffico è fondamentale per il completamento e la finitura del mosaico di incastro del trattamento; in caso di pioggia successiva alla stesa la strada non deve essere riaperta al traffico.

Controlli

Il controllo della qualità dei trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove *in situ*.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riassunti nella seguente tabella.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio Ufficiale, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Nel caso di prove o prelievi *in situ*, il valore previsto in fase di progetto deve essere confrontato con la media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza massima di 1 km).

Tabella 11.18. - Controllo dei materiali e verifica prestazionale

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE
emulsione bituminosa	cisterna	Settimanale oppure ogni 50.000 m ² di stesa
aggregato	deposito di stoccaggio	Settimanale oppure ogni 50.000 m ² di stesa
emulsione bituminosa	autobotte spruzzatrice	giornaliero oppure ogni 10.000 m ² di stesa
aggregato	tramoggia spandigraniglia	giornaliero oppure

		ogni 10.000 m ² di stesa
dosaggio legante	pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa
dosaggio aggregati	pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa
aderenza	pavimentazione	ogni 100 m
macrorugosità	pavimentazione	ogni 100 m

Dosaggi e qualità dei materiali

77

La verifica di qualità dell'emulsione bituminosa e degli aggregati lapidei deve avvenire con frequenza settimanale oppure ogni 50.000 m² di stesa; il controllo sui dosaggi dei materiali, oltre che in corso d'opera ogni 500 m di fascia di stesa, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante, volume degli aggregati) ogni giorno lavorativo oppure ogni 10.000 m²; in ogni caso i quantitativi impiegati non devono essere inferiori a quelli stabiliti in fase di progetto e confermati dalla Direzione dei Lavori con tolleranze del $\pm 5\%$ per il legante e $\pm 10\%$ per gli aggregati.

Aderenza e rugosità

La resistenza di attrito radente con lo *Skid Tester* (CNR B.U. n. 105/1985) deve fornire valori di BPN (*British Pendulum Number*) maggiori o uguali a 60.

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR B.U. n. 94/1983, deve essere superiore o uguale a 0,7 mm.

Nei casi in cui il valore medio di BPN o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 50 e 0,30 mm l'Impresa è tenuta a sue spese ad eseguire l'asportazione completa del trattamento e al rifacimento dello stesso.

Controllo visivo

Il controllo visivo dello strato finito deve avvenire tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico della strada, secondo un criterio che prevede la suddivisione del trattamento in maglie di superficie S_m lunghe 100 m, aventi larghezza pari a quella di una corsia.

L'aspetto visivo della generica maglia si valuta determinando il rapporto tra la somma ponderata della superficie degradata S_d e quella della maglia di riferimento S_m .

In particolare, il calcolo di S_d è dato dalla seguente espressione:

$$S_d = S_r + 0.5 \times S_p + S_{pl}$$

in cui S_r = superficie che presenta trasudamenti di legante

S_p = superficie che presenta asportazione di elementi lapidei

S_{pl} = superficie che presenta asportazione a placche del trattamento

I livelli qualitativi per l'aspetto visivo e le relative penali da applicare al trattamento eseguito sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 11.9. - Livelli qualitativi per l'aspetto visivo

Livello qualitativoAspetto visivo V_i	
SCADENTES _d /S _m > 8%	V ₀
SUFFICIENTES _d /S _m < 8%	V ₁
DISCRETOS _d /S _m < 5%	V ₂
BUONOS _d /S _m < 2%	V ₃

Art. 12 - Manti di usura speciali

Tra i manti di usura speciali si considerano i tappeti drenanti, i microtappeti a caldo e gli *splittmastix*:

- gli strati di usura drenanti sono tappeti dotati di elevata rugosità superficiale, drenanti e fonoassorbenti, in grado di fornire una buona aderenza anche in caso di pioggia e di abbattere il rumore di rotolamento.
- i microtappeti a caldo sono manti di spessore ridotto, caratterizzati da una elevata rugosità superficiale, parzialmente drenanti e fonoassorbenti.
- gli *splittmastix* sono conglomerati chiusi, ad alto contenuto di graniglie e di legante, in grado di fornire rugosità superficiale, stabilità, resistenza alle deformazioni e all'ormaiamento.

78

Materiali costituenti e loro qualificazione

I materiali costituenti i microtappeti a freddo sono descritti ai punti seguenti.

Bitume

I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Per i conglomerati bituminosi drenanti, il bitume deve essere del tipo A con le caratteristiche indicate nella tabella seguente

Per i microtappeti a caldo, il bitume deve essere del tipo A con le caratteristiche indicate nella tabella seguente

Per gli *splittmastix*, a seconda del tipo di strada, del traffico e della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo A oppure del tipo B, con le caratteristiche indicate nella tabella seguente

Tabella 12.1. – Caratteristiche bitume

Bitume				
Parametro	Normativa	unità di misura	tipo A	tipo B
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR24/71	dmm	50-70	50/70
Punto di rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≥ 65	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	CNR43 /74	°C	≤ - 15	≤ - 12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa•s	≤ 0,4	≤ 0,25
Ritorno elastico a 25 °C	EN 13398	%	≥ 75%	≥ 50%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C	EN 13399	°C	≤ 0,5	≤ 0,5
Variazione del punto di rammollimento				
Valori dopo RTFOT	EN12607-1			
Volatilità	CNR54/77	%	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	EN1426, CNR24/71	%	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≤ 5	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume - aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 6.2, 6.6, 6.7.

In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica – metodologia riportata in allegato A).

Le fibre minerali nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (*filler* + bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Le fibre minerali stabilizzanti possono essere costituite da microfibre di cellulosa, di vetro, acriliche, etc.

Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati per manti di usura speciali.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n.5), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'aggregato grosso deve essere costituito da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee o da elementi naturali tondeggianti frantumati¹.

Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella seguente.

Tabella 12.2. – Caratteristiche aggregato grosso

AGGREGATO GROSSO			
Trattenuto al crivello UNI n. 5			
Indicatori di qualità			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 20
Micro Deval umida	CNR 109/85	%	≤ 15
Quantità di frantumato	-	%	100
Dimensione max	CNR 23/71	Mm	20
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30
Spogliamento	CNR 138/92	%	0
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 1
Coefficiente di forma	CNR 95/84		≤ 3
Coefficiente di appiattimento	CNR 95/84		≤ 1,58
Indice appiattimento	CNR 95/84	%	≤ 20
Porosità	CNR 65/78	%	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	%	≥ 45

L'aggregato fino deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella tabella seguente.

Il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di CLA ≤ 42.

1 Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata.

Tabella 12.3. – Caratteristiche aggregato fino

AGGREGATO FINO			
Passante al crivello UNI n. 5			
Indicatori di qualità			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 80
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 2
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	100

Il *filler*, frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi di usura speciali deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella seguente.

Tabella 12.4. – Caratteristiche del *filler*

FILLER			
Indicatori di qualità			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5
Passante allo 0.18	CNR 23/71	%	100
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≥ 80
Indice plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	%	30-45
Stiffening Power	CNR 122/88	ΔPA	≥ 5
Rapporto filler/bitume = 1,5			

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi drenanti deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella tabella seguente

Nelle zone in cui si vuole ulteriormente favorire l'aderenza e la fono-assorbenza della pavimentazione può essere consentito l'uso di un 10% in peso di argilla espansa di tipo "strutturale" di pezzatura 6/15 mm rispondente alle seguenti caratteristiche:

Resistenza allo schiacciamento: ≥ 35 daN/cm² (UNI 7549 p.7a)

C.L.A.: ≥ 0,65 (CNR 140/92)

La miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre minerali in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Tabella 12.5. – Percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati

Serie crivelli e setacci UNI		%Passanti
Crivello	20	100
Crivello	15	80 – 100
Crivello	10	20 – 40

Crivello	5	15 – 25
Setaccio	2	10 – 20
Setaccio	0,4	8 – 12
Setaccio	0.18	7 – 10
Setaccio	0.075	5 – 7
Percentuale di bitume		5,0 – 6,0

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi drenanti sono riportate nelle tabelle seguenti.

Tabella 12.6. – Caratteristiche conglomerati bituminosi drenanti - Metodo Volumetrico

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		$1.25^\circ \pm 0.02$
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	≥ 25
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	≥ 22
Vuoti a 180 rotazioni	%	≥ 18
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²	0,12 - 0,20
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (**)	N/mm ²	> 10
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Tabella 12.7. – Caratteristiche conglomerati bituminosi drenanti- Metodo Marshall

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Costipamento	50 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	>5
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 2,0
Vuoti residui (*)	%	> 18
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	0,25 – 0,40
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 30
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D _M		

2 Coefficiente di trazione indiretta
 $CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$
dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
Dc = deformazione a rottura
Rt = resistenza a trazione indiretta

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico del provino.

Per le autostrade e le strade extraurbane principali si deve valutare anche l'ERNL (*Emission Road Noise Level*), rumore di rotolamento producibile.

I valori di tale parametro determinati su provette parallelepipediche di 40 x 40 x 10 cm confezionate con la miscela ottimizzata devono essere inferiori a 70 dB(A).

La miscela degli aggregati da adottarsi per i microtappeti a caldo deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella tabella seguente

La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Tabella 12.8. – Percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati

Serie crivelli e setacci UNI		%Passanti
Crivello	15	100
Crivello	10	90 -100
Crivello	5	20 -30
Setaccio	2	15 -25
Setaccio	0,4	8 -16
Setaccio	0.18	6 -12
Setaccio	0.075	5 -10
Percentuale di bitume		5,0 – 6,0

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico.

In alternativa, in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall.

La miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre minerali in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi drenanti sono riportate nelle tabelle seguenti.

Tabella 12.9. – Caratteristiche conglomerati bituminosi drenanti - Metodo Volumetrico

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	18 - 22
Vuoti a 50 rotazioni (*)	%	10 - 14
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 8
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²	0,3 - 0,5
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (**)	N/mm ²	> 25
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Tabella 12.10. – Caratteristiche conglomerati bituminosi drenanti - Metodo Marshall

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Costipamento	50 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	>6
Rigidezza Marshall	KN/mm	1,5 – 3,0
Vuoti residui (*)	%	10 – 14
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	0,45 – 0,70
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 45
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D _M		

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico del provino.

La miscela degli aggregati da adottarsi per gli *split mastix* dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella seguente, contenente anche la percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati.

Tabella 12.11. – Percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati

Setacci ASTM		Tipo 0/12	Tipo 0/8	Tipo 0/5
Setaccio	¾"	100		
Setaccio	½"	90 – 100	100	
Setaccio	3/8"	53 – 75	90 – 100	100
Setaccio	n. 4	30 – 55	30 – 48	90 – 100
Setaccio	n. 10	20 – 30	18 – 28	16 – 26
Setaccio	n. 40	12 – 22	10 – 20	10 – 18
Setaccio	n. 80	9 – 18	9 – 18	9 – 16
Setaccio	n. 200	8 - 12	8 – 12	8 – 12
Percentuale di bitume		6,5 – 7,5	6,5 – 7,5	7,0 – 8,0

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

La miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre minerali in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

Le caratteristiche richieste per lo *split mastix* sono riportate nelle tabelle seguenti.

Tabella 12.12. – Caratteristiche conglomerati bituminosi drenanti - Metodo Volumetrico

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	Mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	8 – 12

Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	2 - 4
Vuoti a 180 rotazioni	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²	0,5 - 0,9
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C (**)	N/mm ²	> 45
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua		
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Tabella 12.13. – Caratteristiche conglomerati bituminosi drenanti - Metodo Marshall

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Costipamento	50 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	>9
Rigidezza Marshall	KN/mm	1,5 - 3,0
Vuoti residui (*)	%	2 - 4
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	0, 60 - 1,10
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 40
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D _M		

Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione dei Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3, del contenuto di aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) di ± 2, del passante al setaccio UNI 0,075 mm di ± 1,5.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate *in situ*, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Il tempo di miscelazione deve essere tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante tra 160° C e 180° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

2 Coefficiente di trazione indiretta
 $CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$
dove
D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino
Dc = deformazione a rottura
Rt = resistenza a trazione indiretta

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del manto di usura drenante o del microtappeto a caldo è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio e l'impermeabilizzazione dello strato sottostante.

La mano d'attacco può essere realizzata con emulsione di bitume modificato, spruzzata con apposita spanditrice automatica, in modo che il bitume residuo risulti pari a 1,20 kg/m² per le usure drenanti e di 1,00 kg/m² per i microtappeti a caldo; in alternativa può essere utilizzato bitume modificato steso a caldo nella stessa quantità per unità di superficie.

Per il manto di usura di tipo *split mastix*, la mano d'attacco ha solo lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante. Anche in questo caso può essere impiegata emulsione di bitume modificato, oppure bitume modificato steso a caldo, in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,50 kg/m².

Sulla mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, dovrà seguire immediatamente la granigliatura con aggregati di pezzatura 4/8 mm in ragione di 6/8 litri al metro quadrato.

Allo stesso scopo potrà essere utilizzata sabbia o calce idrata.

L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere ai requisiti riportati nella seguente tabella.

Tabella 12.14. – Caratteristiche emulsione per mano d'attacco

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Contenuto di acqua	CNR 101/84	%	30±1
Contenuto di legante	CNR 100/84	%	70±1
Contenuto di bitume	CNR 100/84	%	> 69
Contenuto flussante	CNR 100/84	%	0
Demulsività	ASTM D244		50-100
Omogeneità	ASTM D244	%	< 0,2
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di ramollimento	CNR 35/73	°C	> 65
Punto di rottura (Frass)	CNR43/74	°C	≤ - 15

Il bitume modificato steso a caldo deve avere le caratteristiche indicate nella suddetta tabella.

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei manti di usura speciali viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3 - 4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia

normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso, all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche del peso massimo di 15t (10t per i microtappeti a caldo).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Controlli

I controlli saranno diversi in funzione del tipo di strada.

Strade extra-urbane secondarie e urbane di scorrimento - Strade urbane di quartiere e locali

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura speciali e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella seguente tabella.

Tabella 12.15. – Controllo dei materiali e verifica prestazionale

STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE
Drenante Microtappeto Splittmastix	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2.500 m ³ di stesa
Drenante Microtappeto Splittmastix	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2.500 m ³ di stesa
Drenante Microtappeto Splittmastix	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2.500 m ³ di stesa
Drenante Microtappeto Splittmastix	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2.500 m ³ di stesa
Drenante Microtappeto Splittmastix	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m ² di stesa
Drenante	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa

Microtappeto Splittmastix			
Drenante Microtappeto Splittmastix	Carote x densità <i>in situ</i>	Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia di stesa
Drenante	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa
Microtappeto	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa
Splittmastix	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa
Drenante	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa
Microtappeto	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia stesa
Splittmastix	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia di stesa
Drenante	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia di stesa
Microtappeto	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia di stesa

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio Ufficiale, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la quantità di fibre e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrica a 25 °C (Brasiliana).

In mancanza della pressa giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (CNR 40/73); percentuale dei vuoti residui (CNR 39/73); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa, la Direzione dei Lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

La densità *in situ*, nel 95% dei prelievi, deve risultare non inferiore al 96% del valore DG (ovvero DM) risultante dallo studio della miscela.

In situ vengono inoltre misurate l'aderenza (resistenza di attrito radente) mediante lo *skid tester* (norma CNR 105/85) e la capacità drenante (esclusa per gli *splittmastix*) con il permeabilmetro portatile (prEN 12697-YY).

Il BPN (*British Pendulum Number*) deve risultare ≥ 50 per il tappeto di usura drenante, ≥ 55 per il microtappeto a caldo, ≥ 60 per lo *splittmastix*.

La capacità drenante misurata con il permeabilmetro portatile, deve essere ≥ 18 dm³/min per il tappeto di usura drenante, ≥ 5 dm³/min per il microtappeto a caldo.

Art. 13 - Murature

Criteri generali per l'esecuzione

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, piattabande, archi, e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi ed i capichiavi delle volte; gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);
- le condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati e in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna saranno posati sopra un abbondante strato di malta premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutti le connessioni.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di otto né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura con ferro.

Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi ben allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento, diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto. La direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

Murature portanti: tipologie e caratteristiche tecniche

Si dovrà fare riferimento alle "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura" contenute nel D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e relativa circolare di istruzione del Ministero dei LL.PP., n. 30787 del 4 gennaio 1989.

In particolare, vanno tenute presenti le prescrizioni che seguono:

Muratura costituita da elementi resistenti artificiali

89

La muratura è costituita da elementi resistenti aventi generalmente forma parallelepipeda, posti in opera in strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta.

Gli elementi resistenti possono essere di:

- laterizio normale;
- laterizio alleggerito in pasta;
- calcestruzzo normale;
- calcestruzzo alleggerito.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale).

Muratura costituita da elementi resistenti naturali

La muratura è costituita da elementi di pietra legati tra di loro tramite malta.

Le pietre, da ricavarsi in genere per abbattimento di rocce, devono essere non friabili o sfaldabili, e resistenti al gelo, nel caso di murature esposte direttamente agli agenti atmosferici.

Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili o residue organici.

Le pietre devono presentarsi monche di cappellaccio e di parti alterate o facilmente removibili; devono possedere sufficiente resistenza sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte.

In particolare, gli elementi devono possedere i requisiti minimi di resistenza determinabili secondo le modalità descritte nell'allegato 1 del citato D.M. n. 103.

L'impiego di elementi provenienti da murature esistenti è subordinato al soddisfacimento dei requisiti sopra elencati ed al ripristino della freschezza delle superficie a mezzo di pulitura e lavaggio delle superfici stesse.

Le murature formate da elementi resistenti naturali si distinguono nei seguenti tipi:

- muratura di pietra non squadrata composta con pietrame di cava grossolanamente lavorato, posto in opera in strati pressoché regolari;
- muratura listata: costituita come la muratura in pietra non squadrata, ma intercalata da fasce di conglomerato semplice o armato oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza ed a tutto lo spessore
- muratura di pietra squadrata: composta con pietre di geometria pressoché parallelepipeda poste in opera in strati regolari.

Muratura portante: particolari costruttivi

L'edificio a uno o più piani a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale costituita da singoli sistemi resistenti collegati tra di loro e le fondazioni e disposti in modo da resistere alle azioni verticali ed orizzontali.

A tal fine si deve considerare quanto segue:

Collegamenti

I tre sistemi di elementi piani sopradetti devono essere opportunamente collegati tra loro.

Tutti i muri saranno collegati al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché adeguatamente ancorati alla muratura.

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione sarà di norma realizzato mediante cordolo di calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore.

Cordoli

In corrispondenza dei solai di piano e di copertura i cordoli si realizzeranno generalmente in cemento armato, di larghezza pari ad almeno $\frac{2}{3}$ della muratura sottostante, e comunque non inferiore a 12 cm e di altezza almeno pari, a quella del solaio e comunque non inferiore alla metà dello spesso del muro.

Per i primi tre orizzontamenti, a partire all'alto, l'armatura minima dei cordoli sarà di almeno 6 cm^2 con diametro non inferiore a 12 mm.

In ogni piano sottostante gli ultimi tre, detta armatura minima sarà aumentata di 2 cm^2 a piano.

La stessa armatura dovrà essere prevista nel cordolo di base interposto tra la fondazione e la struttura in elevazione.

In ogni caso, le predette armature non dovranno risultare inferiori allo 0,6% dell'area del cordolo.

Le staffe devono essere costituite da tondi di diametro non inferiori a 6 mm poste a distanza non superiore a 30 cm.

Per edifici con più di 6 piani, entro e fuori terra, l'armatura dei cordoli sarà costituita da tondi con diametro non inferiore a 14 mm^2 e staffe con diametro non inferiore a 8 mm.

Negli incroci a L le barre dovranno ancorarsi nel cordolo ortogonale per almeno 40 diametri; lo squadro delle barre dovrà sempre abbracciare l'intero spessore del cordolo.

Incatenamenti orizzontali interni

Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche.

Tali incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli.

Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quanto il collegamento e assicurato dal solaio stesso.

In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm^2 per ogni campo di solaio.

Spessori minimi dei muri

Lo spessore dei muri non può essere inferiore ai seguenti valori:

- a) muratura in elementi resistenti artificiali pieni 12 cm;
- b) muratura in elementi resistenti artificiali semipieni 20 cm;
- c) muratura in elementi resistenti artificiali forati 25 cm;
- d) muratura di pietra squadrata 24 cm;
- e) muratura listata 40 cm;
- f) muratura di pietra non squadrata 50 cm.

Paramenti per le murature di pietrame

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta)
- b) a mosaico greggio
- c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con "pietra rasa e teste scoperte" (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm.

La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 0,25 mm e nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto

al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a "mosaico greggio" la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a "corsi pressoché regolari" il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiore di 15 mm.

Nel paramento a "corsi regolari" i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 1 cm nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di 20 cm.

In entrambi i paramenti a corsi, lo sfalsamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In quanto alle connessure saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lasciandola con appositi ferri, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Impasti di conglomerato cementizio

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nell'allegato del D.M. 27 luglio 1985 n. 37.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche precedentemente elencati al CAPO I.

L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 3 giugno 1968. I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 7163; essa precisa le condizioni per l'ordinazione, la confezione, il trasporto e la consegna, le caratteristiche del prodotto soggetto a garanzia da parte del produttore e le prove atte a verificarne la conformità.

Controlli sul conglomerato cementizio

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dall'allegato 2 del D.M. 27 luglio 1985, n. 37.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto allegato 2 del D.M. 27 luglio 1985, n. 37.

La resistenza caratteristica richiesta dal conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari (vedere paragrafi 4, 5 e 6 dell'allegato 2).

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera nei casseri, secondo le modalità previste nel paragrafo 3 del succitato Allegato.

Norme di esecuzione per il cemento armato normale

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge n. 1086/71 e nelle relative norme tecniche del D.M. 27 luglio 1985 n. 37.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.

Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele.

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minore sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature da eseguire in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra.

In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compromessa.

La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto al punto 5.3.3 del D.M. 27 luglio 1985, n. 37.

Per barre di acciaio inossidabile a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo.

La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono essere aumentate, e al massimo rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina, ed altri agenti aggressivi. Copriferrì maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti).

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.

Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.

Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche

conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata a giudizio del direttore dei lavori.

Norme di esecuzione per il cemento armato precompresso

Nella esecuzione delle opere di cemento armato precompresso l'appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nelle attuali norme tecniche del D.M. 27 luglio 1985 n. 37. In particolare:

Il getto deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago od a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc.

Si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento, sia in opera, fino alla ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due dati debbono essere confrontati tenendo presente la forma dei diagrammi sforzi / allungamento a scopo di controllo delle perdite per attrito.

Per le operazioni di tiro, ci si atterrà a quanto previsto al punto 6.2.4.1 del succitato D.M.

L'esecuzione delle guaine, le caratteristiche della malta, le modalità delle iniezioni devono egualmente rispettare le suddette norme.

Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nella legge 5 novembre 1971, n. 1086 e del D.M. vigente, concernenti le norme stesse e quelle a struttura metallica.

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza dalla legge 2 marzo 1974 n. 64.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'appaltatore dovrà presentare alla direzione dei lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della direzione dei lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

Strutture prefabbricate

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 3 dicembre 1987, nonché della circolare 16 marzo 1989 n. 3104 e ogni altra disposizione in materia.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto e precisamente: in serie "dichiarata" o in serie "controllata".

Per serie "dichiarata" si intende la produzione in serie eseguita in stabilimento, dichiarata tale dal produttore, conforme alle norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli articoli 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

Per serie "controllata" si intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella "dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo di conformità della produzione.

Posa in opera

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Unioni e giunti

Per "unioni" si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

Per "giunti" si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

Appoggi

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a $8\text{ cm} + l/300$, essendo "l" la luce netta della trave.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito.

Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere forze orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparechiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze)

sarà verificata dalla direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

Accettazione

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, ne prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

Art. 14 - Difesa del corpo stradale

Rivestimenti di pareti e scarpate

Le modalità di rivestimento di pareti e scarpate sono descritte ai punti seguenti.

Mantellate in lastre

Le mantellate in lastre dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, in elementi di dimensioni di 50 cm x 25 cm x 5 cm.

La superficie in vista delle lastre dovrà risultare perfettamente piana e liscia; i bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro.

Si procederà preliminarmente alla regolarizzazione del piano di posa che dovrà essere accuratamente costipato e livellato, anche con apporto di sabbia; la posa in opera delle lastre dovrà procedere dal basso verso l'alto avendo cura di ottenere fughe longitudinali e trasversali ben allineate, con giunti aperti verso l'alto, all'interno dei quali sarà posta l'armatura metallica costituita da barre del diametro di 6 mm in acciaio del tipo Fe B 32K, annegate nella malta di sigillatura dosata a 500 kg/m³ di cemento.

La sigillatura dei giunti dovrà essere preceduta da abbondante bagnatura; la malta dovrà essere lisciata a cazzuola così da dare continuità alla superficie; durante i primi giorni la mantellata dovrà essere bagnata e, se necessario, ricoperta con stuoie.

I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 4,00-5,00 m, trasversalmente all'asse della mantellata; dovranno essere intasati con materiale bituminoso di appropriata caratteristiche, tale da aderire alle lastre e di non colare.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dovrà essere interrotta la continuità dell'armatura metallica.

Mantellate a grigliato articolato

Le mantellate a grigliato articolato dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con tondini di acciaio Fe B 32K del diametro non inferiore a 6 mm.

Gli elementi avranno superficie di circa 0,25 m² e dovranno essere muniti di naselli ad incastro a coda di rondine per ottenere una mantellata continua ma articolata, in grado di seguire eventuali assestamenti della superficie di posa.

Ciascun elemento avrà spessore di 9-10 cm e peso di 30-35 kg; dovrà presentare cavità a tutto spessore per circa il 35÷40% della sua superficie.

Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di armatura rinforzata in corrispondenza degli incastri, da utilizzare dove siano prevedibili sforzi di trazione più accentuati.

In corrispondenza di superfici coniche dovranno essere forniti elementi di speciale sagomatura.

La posa in opera dovrà comprendere la regolarizzazione e costipamento del piano di posa, il riempimento della cavità con terra vegetale, la semina con idoneo miscuglio di erbe da prato perenni.

Rivestimento con rete metallica

Il rivestimento con rete metallica dovrà essere realizzato mediante posa di rete del peso non inferiore a 1.400 kg/m², formata con filo di ferro zincato del diametro di 3 mm, a maglie esagonali a doppia torsione con fissaggio alle pareti mediante barre di acciaio $\phi=12$ mm ad aderenza migliorata del tipo Fe B 44 K in numero di almeno una ogni 4 metri quadrati, lunghe fino a 2,00 m, ancorate in fori del diametro di 2 pollici con malta cementizia.

Rivestimento di malta di cemento spruzzata

Il rivestimento di malta di cemento spruzzata dovrà essere eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata.

Per l'esecuzione si dovrà procedere innanzi tutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni la cui profilatura sarà definita dagli elaborati di progetto.

I ripiani dei vari gradoni dovranno avere una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi, al piede del gradone, dovrà essere costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche.

Eseguito il gradonamento come sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a

maglie esagonali della larghezza di norma di 51 mm composta di filo n. 4 a doppia torsione.

Il fissaggio della rete dovrà essere realizzato a mezzo di staffe in ferro, aventi, di norma, il diametro di 10 mm e la lunghezza non inferiore a 40 cm, preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interasse non superiore a 50 cm.

Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, dovrà procedersi all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, le cui caratteristiche dovranno essere definite in sede di progetto; in assenza di questo si potrà fare riferimento ad una malta a 400 kg di cemento per ogni metro cubo di sabbia, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a 3 cm.

Durante la stesa della rete metallica l'Impresa dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm secondo le disposizioni che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Così consolidate le pareti subverticali, si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a 10 cm, e la messa a dimora delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali.

L'Impresa avrà obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite.

Rivestimenti di pareti e scarpate

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato, e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito secondo le norme vigenti.

Ogni partita, composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi, dovrà essere sottoposta a controlli d'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori.

Ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati delle prove.

Gabbioni e materassi metallici

I gabbioni metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260-300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle indicazioni norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27 agosto 1962.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente.

Preliminarmente l'Impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovrà avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni e 2,00 mm per i materassi.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.

Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25-30 cm.

Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione dei Lavori.

Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti o opposte dell'elemento.

Prove d'accettazione

Il Direttore dei Lavori effettuerà un esame a vista dei gabbioni e/o dei materassi per controllare che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamento o screpolature.

Nel caso che tali anomalie fossero presenti in più del 10% delle verifiche, la partita non potrà essere accettata dalla direzione e l'Impresa dovrà sostituirla con altra idonea.

Procederà quindi al prelevamento di campioni di filo, ciascuno della lunghezza di almeno 40 cm, in ragione di almeno un campione ogni 100 gabbioni o materassi ed un campione ogni 10 matasse di filo per cuciture, per determinare la quantità di zinco presente, espressa in grammi per metro quadrato di superficie zincata, che dovrà risultare uguale o superiore ai valori riportati nella tabella seguente:

Tabella 14.1.

Diametro dei fili (mm)	Quantità di zinco (g/per m ² di superficie zincata)
1,8 2,0 2,2	240
2,4 2,7	260
3,0 3,4	270
3,8 ed oltre	290

98

Metà di ciascun campione verrà sottoposto a prova per verificare il peso unitario dello strato di zinco mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura; sull'altra metà dovranno essere eseguite prove per verificare l'uniformità dello spessore dello strato di zincatura mediante cinque immersioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata, senza che compaiono sul ferro depositi di rame aderente.

Qualora il peso unitario dello strato di zinco risulti inferiore a quello indicato nella suddetta tabella in più del 20% dei campioni e l'uniformità dello strato risulti carente in eguale misura, la partita non potrà essere accettata e l'Impresa dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese e sostituirla con altra idonea.

Allo stesso modo la partita dovrà essere rifiutata in assenza o incompletezza del certificato di collaudo e garanzia che il produttore deve rilasciare per ogni partita.

La prova sarà effettuata, prima dell'inizio dei lavori, utilizzando il laboratorio di cantiere, su un campione per ogni tipo di gabbione o materasso da utilizzare.

In corso d'opera saranno eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operativa per la posa in opera dei materiali:

- verifica a *spot*, sul lotto giornaliero di lavori, della conformità delle legature dei gabbioni e dei materassi, sia sui singoli elementi che sugli accoppiamenti e sulle inserzioni di diaframmi di rinforzo.
- verifica a *spot*, sul lotto giornaliero di lavori, dell'inserimento di tiranti tra le pareti opposte di ogni singolo elemento di gabbione, nel caso che questo non sia munito di diaframmi intermedi.
-

Caratteristiche del pietrame per riempimento

Il riempimento dei gabbioni verrà effettuato con pietrame o ciottoli (di dimensioni tali che non possano passare in alcun senso attraverso le maglie della rete) collocati a mano o a macchina, in modo da consentire un riempimento uniforme ed omogeneo.

Le fronti in vista saranno lavorate analogamente alle murature a secco mediante la formazione di facce piane. Il pietrame dovrà rispettare le seguenti caratteristiche:

- non gelivo, alla prova eseguita secondo le norme del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232;
- non friabile;
- non dilavabile;
- di buona durezza;
- di peso specifico rilevante (maggiore di 2.000 kg/m³ per i materassi).

Le prove in corso di fornitura saranno eseguite su lotti quantitativamente definiti dalla Direzione dei Lavori, in funzione delle caratteristiche della cava e del materiale e delle dimensioni dei massi e delle opere da realizzare.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate le seguenti verifiche:

- verifica dell'esistenza del certificato di analisi della pezzatura del pietrame;
questa deve essere compresa tra 1÷1.5 volte la dimensione massima della maglia della rete impiegata, salvo quanto diversamente specificato nel progetto, e sarà specificata nell'ordine di fornitura alla cava;
questa prova sarà eseguita in cava e ne dovrà essere redatto apposito certificato accompagnante ogni lotto di fornitura;
- verifica che le modalità operative di riempimento del materiale consentano di ottenere un indice di porosità rientrante nei valori di riferimento: $0,3 \div 0,4$.

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento

Si dovranno effettuare prima della loro posa in opera, i seguenti controlli:

- classificazione mediante pesatura a spot, con la bascula disponibile in cantiere, e suddivisione dei massi in base alle categorie previste in progetto esecutivo.
- ogni mucchio dovrà riportare chiare indicazioni sulla classe dei massi in esso contenuti;
- verifica dell'assenza di rotture o lesioni, da effettuare a spot per i massi fino alla terza categoria e su ogni singolo masso per le categorie superiori;
- controllo che venga rispettato il posizionamento dei massi secondo le dimensioni, così come prescritto dal progetto esecutivo;
- provvedere all'eliminazione incondizionata di tutti i massi che, durante la posa, dovessero cadere fuori sagoma.

Muri di sostegno

I muri di sostegno potranno essere realizzati in muratura, in calcestruzzo semplice e/o armato, in gabbioni di pietrame o in elementi prefabbricati.

Il comportamento dell'opera di sostegno, intesa come complesso struttura-terreno, deve essere esaminato tenendo conto della successione e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione e di eventuali materiali di riporto, interessati dall'opera, dalla falda idrica, dai manufatti circostanti, dalle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'opera, dai drenaggi e dispositivi per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, nonché dalle modalità di esecuzione dell'opera e dall'eventuale rinterro, così come indicato dalle vigenti disposizioni di Legge (D.M. 11 marzo 1988).

Le strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (D.M. 9 gennaio 1996 e successivi aggiornamenti) e di quelle emanate in applicazione della Legge 02 febbraio 1974 n. 64, D.M. 3 dicembre 1987 e successivi aggiornamenti, le istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati"; O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante i primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Muri in muratura

Verranno realizzati mediante l'impiego di muratura di pietrame a secco e/o di pietrame e malta.

Muri in calcestruzzo armato

Potranno essere realizzati in calcestruzzo semplice e/o armato.

Muri in gabbioni

Nei muri in gabbioni, i singoli gabbioni componenti saranno saldamente collegati tra loro mediante legature sino a realizzare una struttura monolitica; il dimensionamento verrà condotto con i criteri delle opere di sostegno a gravità.

Le caratteristiche dei gabbioni nonché la loro esecuzione si atterranno a quanto prescritto nel presente *Capitolato* ed alle indicazioni specifiche, compatibilmente a quelle delle maglie, onde ottenere una densità quanto più possibile uniforme; lo spessore dei singoli elementi si manterrà intorno a 50 cm, e detti elementi si disporranno con il lato più lungo parallelo alla sezione verticale del muro; i muri potranno essere realizzati con gradonatura verso valle, oppure verso monte (staticamente più consigliabile); per altezze superiori ai 3,00 m non saranno adottati paramenti verticali, ma si inclinerà l'opera a reggipoggio di almeno 6°, oppure si realizzeranno adeguate riseghe; per altezze superiori ai 5-6 m si consiglia una gradonatura verso valle.

Per contrastare la deformabilità comunque elevata dell'opera, potranno essere impiegati uno o più ordini di tiranti, il drenaggio a tergo dell'opera sarà effettuato con i consueti metodi; sarà evitata per motivi statici la disposizione a faccia-vista del pietrame sulla facciata esterna, adottabile per motivi estetici solamente in strutture poco sollecitate.

100

Opere di sostegno in terra rinforzata

Le opere di sostegno in terra rinforzata potranno essere realizzate mediante l'impiego delle seguenti tipologie di armature:

- in acciaio laminato;
- geotessile, geogriglie, etc.

Per quanto riguarda la prima tipologia di rinforzi, questi dovranno essere costituiti da un rilevato armato con armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo Fe 510, di sezione 40x5 mm o equivalente, zincato a caldo in ragione di 5 g/dm² e spessore medio 0,07 mm e da un paramento verticale in pannelli prefabbricati di calcestruzzo armato vibro-compresso, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa ed armatura in barre in acciaio Fe B 44k controllato in stabilimento.

Il collegamento tra i pannelli e le armature del terrapieno è realizzato con attacchi in acciaio zincato a caldo annegati nel getto dei pannelli e vincolati ai ferri d'armatura del conglomerato cementizio.

I pannelli di paramento, sagomati e disposti come da progetto, alterneranno nelle file di base e di sommità elementi interi con elementi speciali costituiti da semi-pannelli; in corrispondenza di spigoli e di coronamento sub-orizzontali dovranno essere impiegati pannelli speciali in misure fuori standard.

I giunti tra i pannelli devono essere attrezzati per permettere un assestamento flessibile in quelli orizzontali ed il passaggio dell'acqua con trattenuta dei materiali fini in quelli verticali.

I giunti orizzontali saranno costituiti pertanto da strati dello spessore di almeno 2 cm di sughero pressato trattato con resine epossidiche.

I giunti verticali saranno invece costituiti da strisce di schiuma di poliuretano a cellule aperte di sezione 4 cm x 4 cm.

I pilastri d'angolo e le lastre coprigiunto saranno in elementi prefabbricati di calcestruzzo armato vibro-compresso, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa ed armatura in barre in acciaio Fe B 44k controllato in stabilimento, dovranno avere le stesse caratteristiche dei pannelli e dovranno comprendere i pezzi speciali, gli attacchi e quant'altro necessario.

In aderenza al paramento interno delle lastre dovrà essere fornito e posto in opera in più riprese un rivestimento costituito da un telo in geotessile non tessuto in polipropilene del peso di 350 g/m².

Il coronamento in sommità dei pannelli costituenti il paramento verticale sarà realizzato in cemento armato secondo le previsioni di progetto.

L'Impresa dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

Strutture di sostegno a scomparti cellulari

Le strutture di sostegno a scomparti cellulari dovranno essere costituite da elementi in calcestruzzo armato vibro-compresso, prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura, contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico non inferiore a 1,9 t/m³.

Gli elementi prefabbricati in c.a.v., di sagomatura come da progetto, dovranno avere $R_{ck} \geq 35$ MPa ed armatura in barre di acciaio Fe B 44k controllato in stabilimento.

La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa, a seconda delle indicazioni di progetto.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno una vaschetta che dovrà essere riempita con terreno agrario ed impiantata con piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti, in ragione di quattro piantine per metro di vaschetta.

La struttura dovrà essere appoggiata su fondazione in cemento armato, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il

piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

Durante la realizzazione del muro si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

Strutture di contenimento in elementi scatolari

Le strutture di contenimento in elementi scatolari dovranno essere costituite da elementi scatolari in calcestruzzo armato vibro-compresso prefabbricati, disposti su file perfettamente orizzontali, tra loro intervallati in modo che le pareti degli elementi delle file sottostanti costituiscano appoggio per le pareti degli elementi delle file sovrapposte.

L'arretramento di ciascuna fila rispetto a quella sottostante determinerà un paramento in vista inclinato di circa 70° rispetto all'orizzontale.

Ad avvenuto completamente di ciascuna fila, la struttura risultante dovrà essere riempita fino al contatto con la retrostante parete con un misto di cava o altro materiale, permeabile e sciolto, di idonea pezzatura, compattato a fondo all'interno e tra gli elementi, fino all'incontro con la parete a tergo della struttura.

Per il riempimento degli ultimi 20 cm delle superfici che restano in vista dovrà essere impiegato terreno vegetale così da agevolare l'attecchimento della vegetazione.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in calcestruzzo armato vibro-compresso e le modalità esecutive della struttura dovranno essere comunque tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento.

Gli elementi scatolari ed i relativi pezzi speciali in calcestruzzo armato vibro-compresso, di forma, dimensioni e finitura come da progetto, dovranno avere $R_{ck} \geq 30$ MPa, ed essere armati con barre e/o rete elettrosaldata di acciaio del tipo Fe E 44k, controllato in stabilimento in ragione di 55 kg di acciaio per metro cubo di conglomerato cementizio.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, dimensionata come da progetto e dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, sarà eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

La struttura dovrà essere completata con gli elementi speciali di chiusura laterale e di chiusura di coronamento; in corrispondenza di ciascun elemento scatolare dovranno essere impiantate almeno tre piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti; dovrà essere sistemato il terreno a monte del coronamento della struttura.

Muri di sostegno in pannelli di calcestruzzo armato vibro-compresso

Costituiti da pannelli in calcestruzzo armato vibro-compresso prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 10%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera.

Muri di altezza superiore a 5,00 m dovranno avere le costolature collegate con la platea di base mediante tiranti prefabbricati in calcestruzzo armato vibro-compresso; la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati.

Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4,00 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere $R_{ck} \geq 35$ MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere $R_{ck} \geq 30$ MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo Fe E 44k controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

Muri di sostegno in pannelli di calcestruzzo armato pre-compresso

Costituiti da pannelli in calcestruzzo armato pre-compresso prefabbricati, posti in opera in posizione verticale entro fondazione in c.a.; per muri di altezza superiore a 3,00 m, i pannelli vengono ancorati al rilevato retrostante mediante geotessili tessuti in polipropilene rinforzato con cavetti in acciaio.

I pannelli dovranno essere monolitici a tutta altezza, di larghezza standard 2,40 m, con superficie in vista concava a profilo circolare e spessore variabile dai 26 cm ai bordi e 16 cm in mezzzeria, rifinita mediante getto su matrici in gomma.

I bordi laterali dei pannelli, finiti come da progetto, dovranno essere rinforzati con inserti metallici in acciaio zincato, sagomati in modo da costituire giunto a maschio e femmina che garantisca complanarità al paramento del muro.

In corrispondenza di ciascun giunto dovrà essere creato un drenaggio verticale protetto da geodreno di dimensioni minime 10 cm x 1,5 cm, con scarico verso l'esterno al piede.

I geotessili di ancoraggio, che hanno una estremità annegata nel getto dei pannelli e sono posizionati nel numero ed alle quote previste in progetto, vengono stesi ed inglobati nei rilevati man mano che procede la loro formazione.

Particolare cura dovrà essere posta nel costipamento del rilevato al di sopra dei geotessili di ancoraggio, in modo da poter garantire un'adeguata efficacia degli stessi ancoraggi.

Il conglomerato cementizio dei pannelli dovrà avere $R_{ck} \geq 45$ MPa; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo Fe B 44K controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi $f_p(1) k \geq 1670$ MPa e $f_{ptk} \geq 1865$ MPa.

Muri di controripa in pannelli di calcestruzzo armato vibro-compresso

Costituiti da pannelli in calcestruzzo armato vibro-compresso prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 15%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La platea gettata in opera, nel caso dei muri di controripa, è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli per cui in questo tipo di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea.

Per quanto riferentesi a caratteristiche dei pannelli, bordino al piede, giunti tra i pannelli, classe dei conglomerati cementizi, tipo dell'acciaio di armatura, cautele esecutive, si richiama integralmente il contenuto del precedente punto, ribadendo, in particolare, che eventuali eccedenze di scavo dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

Paratie e diaframmi

Le modalità di esecuzione di paratie e diaframmi sono descritte ai punti seguenti.

Generalità

La paratia o il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare una tenuta all'acqua ed anche un sostegno per gli scavi.

Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato.

Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palancola.

A tale scopo gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscite dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione, fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione dei Lavori non fossero tollerabili, la palanca dovrà essere rimossa e re-infissa o sostituita, se danneggiata.

Per ulteriori informazioni si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme: UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.

103

Paratie a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate dovranno essere del tipo centrifugato a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm^2 e dovrà essere esente da porosità o altri difetti. Il cemento impiegato per il confezionamento dovrà essere ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.

Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Le paratie dovranno di norma essere realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna o altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.

Lo scavo dovrà essere eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di $8 \div 16 \text{ kg}$ di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il reflusso in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzione di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della Direzione dei Lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei Lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Art. 15 - Barriere stradali di sicurezza

Barriere in profilati di acciaio

Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili.

Per le caratteristiche tecniche di accettazione e collazione delle barriere stradali di sicurezza si farà riferimento alle prescrizioni progettuali ed alle seguenti norme:

- C.M. 11 luglio 1987, n. 2337 – Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;
- D.M. 4 maggio 1990 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;
- C.M. 25 febbraio 1991, n. 34233 - Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - Art. 1, D.M. 4 maggio 1990. Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;
- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223 - Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- C.M. 9 giugno 1995, n. 2595 – Barriere stradali di sicurezza. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223;
- C.ANAS 26 luglio 1996, n. 749/1996 - Fornitura e posa di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale";
- D.M. 15 ottobre 1996 – Aggiornamento del D.M. 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- C.M. 16 maggio 1996, n. 2357 - Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;
- C.M. 15 ottobre 1996, n. 4622 - Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza;
- D.M. LL.PP. 15 ottobre 1996 - Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- C. Ente Nazionale per le strade Prot. 05 dicembre 1997, n. 17600 - Progettazione, omologazione e impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- D.M. 3 giugno 1998 - Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione;
- D.M. LL.PP. 11 giugno 1999 - Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. 30 novembre 1999, n. 557 - Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili;
- C.M. 6 aprile 2000 - Art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successive modificazioni: Aggiornamento della circolare recante l'elenco degli istituti autorizzati alle prove di impatto al vero ai fini dell'omologazione;
- Det. 24 maggio 2001, n. 13/2001 - Appalti per opere protettive di sicurezza stradale (barriere stradali di sicurezza);
- D.M. 5 giugno 2001 - Sicurezza nelle gallerie stradali;
- D.M. 5 novembre 2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- C.M. 4 luglio 2002, n. 1173 - Comunicazione dell'avvenuta omologazione di tre barriere stradali di sicurezza per la classe H4, destinazione "spartitraffico" ai sensi dell'art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223.
- Norme UNI:
- UNI EN 1317-1 - Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;
- UNI EN 1317-2 - Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza;
- UNI EN 1317-3 - Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione.

Il produttore è responsabile della rispondenza del prodotto fornito alle norme di omologazione, ed il progettista deve curare il corretto inserimento del manufatto nel tessuto viario.

Il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, ciascuno per la parte di propria competenza, hanno la responsabilità della rispondenza dell'opera al progetto, alle prescrizioni di esecuzione e/o alle modalità di posa in opera.

Non possono essere aperte al traffico le strade per le quali non siano state realizzate le protezioni previste nel progetto approvato.

Conformità delle barriere e dei dispositivi

Ai fini della produzione ed accettazione delle barriere di sicurezza ed altri dispositivi, i loro materiali componenti devono avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti devono anche essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che, nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla ditta produttrice e sottoscritta dal suo direttore tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al certificato di omologazione.

L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione, nella quale il direttore tecnico dell'Impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione.

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

Criteri di installazione

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante l'installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 3 giugno 1998.

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

Il livello di contenimento Lc e l'indice di severità dell'accelerazione ASI previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 3 giugno 1998), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazioni ufficiali pronunciate dal succitato decreto, con certificazioni di prove d'impatto al vero (crash-test) eseguite presso i laboratori ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (C.M. n. 4622 del 15 ottobre 1996 e C.M. 6 aprile 2000).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, etc.) si dovranno adottare oltre le disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal D.M. 4 maggio 1990, punto 3.11 (Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio) e dovranno appartenere alla classe H4a,b (ex B3).

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, etc., muri di sostegno) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.

Le barriere ed i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il contenimento dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme tecniche vigenti.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata collocazione dei sostegni in terreni di scarsa consistenza, prevedendone anche l'infittimento locale.

In casi speciali, con l'autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno per mezzo di un idoneo basamento in calcestruzzo.

Le strutture da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una o due file di barriere ancorate ai sostegni.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti del tipo omologato, aventi area non inferiore a 50 cm², disposti in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Individuazione delle zone da proteggere

La protezione deve riguardare almeno:

- i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;
- lo spartitraffico ove presente;
- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);
- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, etc. e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, etc.

Occorre proteggere i suddetti ostacoli ed oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

I valori indicativi per la distanza di sicurezza sono i seguenti: 3 m per strada in rettilineo a livello di piano di campagna, $V = 70$ km/h, TGM 1.000; 10 m per strada in rettilineo ed in rilevato con pendenza pari ad 1/4, $V = 110$ km/h, TGM 6.000.

Caratteristiche costruttive

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a 70 cm dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a 15 cm dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di 3 mm, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm, modulo di resistenza non inferiore a 25 cm^3 .

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a 32 cm.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a 80 mm x 120 mm x 80 mm, aventi spessore non inferiore a 6 mm, lunghezza non inferiore a 1,65 m per le barriere centrali e 1,95 m per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di 0,95 m per le barriere centrali e 1,20 m per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a 3,60 m.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità o altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose o altro, previa approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo, avente almeno un $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di 32 cm, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copri-asola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di 30 cm; profondità non inferiore a 15 cm; spessore minimo di 2,5 mm, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del tipo europeo.

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copri-asola anti-sfilamento di dimensioni 45 mm x 100 mm e di spessore 4 mm.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una

quantità di zinco non inferiore a 300 g/m² per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno 2 cm ed orizzontale di più o meno 1 cm.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a 50 m, senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche una diversa sistemazione (interramento delle testate).

Le sopracitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm², in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Caratteristiche di resistenza agli urti

Le barriere, nel caso di nuovo impianto, o comunque significativi interventi, dovranno avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. 11 giugno 1999, D.M. 3 giugno 1998, tabella A) per il tipo di strada, di traffico, ubicazione della barriera stessa.

Le caratteristiche predette saranno verificate dalla Direzione dei Lavori sulla base dei certificati di omologazione esibiti dall'Appaltatore ed ottenuti in base ai disposti del D.M. 11 giugno 1999, del D.M. 3 giugno 1998, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa, l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione dei Lavori un'idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo le prove dal vero (*crash test*) effettuate secondo le procedure fissate dai citati decreti ministeriali.

Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da C.M. 6 aprile 2.000.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione dei Lavori all'atto della consegna dei lavori.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito prefissati:

- materiali metallici in genere: saranno esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto; gli acciai per calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche vigenti in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086/1971; tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S235JR secondo EN 10025, la bulloneria secondo la norma UNI 3740, il tutto zincato a caldo nel rispetto della norma UNI EN ISO 1461;

nel caso di forniture di barriere di sicurezza, corredate da certificazioni di prove dal vero, la classe della bulloneria e le caratteristiche dimensionali di tutti i singoli componenti saranno quelle indicate nei disegni allegati ai certificati medesimi;

- barriere metalliche: avranno i seguenti requisiti:
 - o acciaio impiegato:
le qualità da utilizzare dovranno essere conformi a quelle previste dai certificati di omologazione o dai rapporti di prove di urto al vero, sia per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche sia per quelle chimiche;
l'acciaio dovrà inoltre essere zincabile;
 - o tolleranze di spessore:
le tolleranze di spessore ammesse sono quelle della norma EN 10051/91;
 - o collaudi e documenti tecnici:
la qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi produttori o da enti o laboratori ufficiali di cui all'art. 20 Legge n. 1086/1971 o autorizzati con decreto del Ministero dei lavori pubblici;

tutte le barriere dovranno essere identificabili con il nome del produttore;
se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e numero progressivo.

Barriere a doppia onda

La barriera è costituita da una serie di sostegni in profilato metallico, da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a doppia onda, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori o travi di ripartizione.

Le fasce sono costituite da nastri metallici di lunghezza compresa tra 3,00 e 4,00 m muniti, all'estremità, di una serie di 9 fori per assicurare l'unione al nastro successivo e al sostegno, aventi spessore minimo di 3,0 mm, altezza effettiva 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm e modulo di resistenza non inferiore a 25 cm³.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per 32 cm, eseguita in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

I montanti metallici dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme indicate nelle relative certificazioni.

I sostegni verticali potranno essere collegati, nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota realizzati in profilo presso piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore secondo i vari modelli di barriere certificate.

I distanziatori saranno interposti tra le fasce ed i montanti prevedendone il collegamento tramite bulloneria.

Tali sistemi di unione sono costituiti da bulloneria a testa tonda e piastrina copri-asola anti-sfilamento.

I sistemi di unione delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti verticali ed orizzontali.

Ogni tratto sarà completato con i relativi terminali, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Barriere a tripla onda

La barriera metallica stradale di sicurezza a tre nervature, a dissipazione controllata di energia, è costituita da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a tripla onda fissate ad una serie di sostegni in profilati metallici.

Le fasce metalliche hanno un profilo a tre nervature con sviluppo di 749 mm e altezza di 508 mm, larghezza di 82,5 mm e spessore 2,5 mm oppure 3,0 mm.

Sono forate ad interasse di 1.500 mm e 2250 mm o 1.333 mm e 2.000 mm.

Devono essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi all'altezza indicata nei certificati di prova al vero (*crash test*).

Sono previsti elementi strutturali diversi come travi superiori cave, diagonali interne nel rispetto delle configurazioni e caratteristiche indicate nei documenti e disegni di cui ai certificati di prova (*crash test*). In particolare, le diagonali devono rimanere completamente interne alla sagoma di ingombro trasversale tra fascia e fascia, nel caso di barriere spartitraffico, e tra fascia e tenditore posteriore nel caso di barriere singole.

Le giunzioni fra le fasce hanno una sovrapposizione di 320 mm in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue; la congiunzione tra fasce è realizzata mediante 12 bulloni, più due bulloni di unione tra fascia e distanziatore.

I montanti metallici hanno caratteristiche dimensionali e forme come indicato nelle relative certificazioni.

Tra la fascia metallica ed i montanti sono interposti elementi distanziatori, dissipatori di energia ed elementi di sganciamento.

I sostegni sono collegati posteriormente da un tenditore; i sistemi di unione delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti di regolazione verticale ed orizzontale.

Il distanziatore si unisce all'elemento di sganciamento ed al sostegno verticale tramite due bulloni.

I sistemi di unione (bulloni e copri-asola) hanno la funzione di impedire che, per effetto di allargamento dei fori possa verificarsi lo sfilamento delle fasce; essi saranno costituiti da bulloneria a testa tonda e piastrina copri-asola anti-sfilamento.

I sostegni verticali sono collegati nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota realizzati in profilo presso piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore.

Installazione

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte,

e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, etc.) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. 4 maggio 1990 - punto 3.11.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15 ottobre 1996, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà fare riferimento alle norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali comunque richiamate dal predetto decreto ministeriale.

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio, in un solo pezzo opportunamente sagomato, ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre da parte della stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori.

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori; altrettanto dicasi per il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a 45 mm e spessore non inferiore a 2,4 mm, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm², in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Prove tecniche

Le prove (statiche e dinamiche) d'impatto al vero (*crash-test*) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche ed integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle Circolari del Ministero LL.PP del 15 ottobre 1996 e del 6 aprile 2.000, presso i sottoelencati istituti autorizzati:

- il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni;
- il Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della società Autostrade S.p.a.;
- il Laboratorio L. I. E. R., *Laboratoire d'essais INRETS - Equipments de la Route*, con sede in D29 Route de Crémieu B.P. 352 69125 Lyon Satolas Aeroport – Francia;
- il TUV BAYERN SACHSEN E. V. - *Institut für Fahrzeugtechnik GmbH*, con sede in Daimlerstrasse, 11 D-85748 GARCHING (Repubblica Federale Tedesca).

Barriere di tipo *New Jersey*

Le barriere di sicurezza stradali tipo *New Jersey* potranno essere installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade a protezione di specifiche zone.

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelle previste dall'art. 3 delle istruzioni del D.M. 3 giugno 1998.

Nel caso di barriere di sicurezza da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, etc.), le stesse dovranno soddisfare oltre che alle disposizioni tecniche sopra elencate anche alle norme previste dal D.M. 4 maggio 1990, punto 3.11 (Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio), e dovranno appartenere alla classe H4a,b (ex B3).

Sulle opere d'arte stradali (ponti, viadotti, muri di sostegno, etc.) potranno essere impiegate barriere a profilo geometrico tipo *New Jersey*, a struttura metallica, aventi un peso proprio contenuto (non superiore a 150 kg/m), rispetto a quelle in calcestruzzo (le quali registrano un peso proprio medio di circa 840 kg/m), in special modo ove rimane difficoltoso, gravoso ed oneroso intervenire con

idonea riqualificazione strutturale delle solette e/o delle travi di bordo.

Caratteristiche costruttive

Le barriere di sicurezza avranno la sezione tipo prevista dal progetto e saranno realizzate in conglomerato cementizio vibrato ed armato con $R_{ck} \dots N/mm^2$, anche debolmente armato, di adeguata composizione e resistenza o in elementi prefabbricati, ovvero con il metodo della estrusione gettata in opera.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori lo studio preliminare della composizione del conglomerato cementizio e della eventuale armatura, da effettuarsi presso laboratori ufficiali, in base alla natura ed alla granulometria dei materiali da impiegare, fornendo adeguata giustificazione della proposta.

Il calcestruzzo, comunque, dovrà presentare un valore della resistenza a compressione (R_{ck}) non inferiore a $30 N/mm^2$.

Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per ogni rifinitura e per la predisposizione delle zone di approccio alla barriera e la posa in opera.

In corrispondenza dei giunti degli elementi prefabbricati, nonché degli alloggiamenti per il fissaggio su opere d'arte, cordoli o simili, dovranno essere eliminate eventuali discontinuità mediante installazione di elementi durevoli, atti a realizzare la continuità della superficie e capaci di resistere alle sollecitazioni dovute al rotolamento dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

Barriere *New Jersey* in acciaio

Il profilo delle barriere *New Jersey* avrà la sezione tipo prevista dal progetto ed in particolare i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

Esse avranno una struttura metallica prefabbricata con profilo geometrico tipo *New Jersey*, costituita da elementi modulari metallici, in acciaio zincato non inferiori al tipo Fe 360 B collegati tra loro tramite cerniere o altri dispositivi, adatti ad un effetto catenaria in caso d'urto di veicolo.

Superiormente agli elementi modulari saranno posizionati i corrimano, in tubolari d'acciaio non inferiori al tipo Fe 510 B, zincati a caldo, aventi una sezione (nominale) di non meno 14 cm.

I Tubolari dovranno essere sostenuti da opportuni montanti verticali in acciaio zincato rastremati e/o sagomati.

Detti elementi modulari avranno sistemi e dispositivi duttili di collegamento, per l'ancoraggio al piano d'appoggio (marciapiede o pertinenza laterale), costituiti da tasselli in acciaio ad alta resistenza di classe 8.8, zincati a caldo, (es.: tipo *liebig ultraplus* filettatura M20x360 mm o tipo HILTI HUC-1 filettatura M20x360 o altri tasselli equivalenti idonei e congruenti).

I tasselli d'ancoraggio, posti ad interasse (previsto dal progetto), dovranno essere duttili ed in grado di non trasmettere alla struttura del viadotto le sollecitazioni prodotte da veicoli collidenti sulla barriera.

Le barriere metalliche dovranno comunque essere in grado di ridirezionare con sufficiente grado di sicurezza i veicoli in urto sulla barriera.

In corrispondenza dei giunti degli elementi prefabbricati, nonché degli alloggiamenti per il fissaggio su opere d'arte, cordoli o simili, dovranno essere eliminate eventuali discontinuità mediante installazione di elementi durevoli, atti a realizzare la continuità della superficie e capaci di resistere alle sollecitazioni dovute al rotolamento dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

Gli elementi modulari metallici della barriera potranno essere chiusi sul lato esterno, per motivi d'impatto ambientale, con mantello (leggero) in lamiera d'acciaio zincata eventualmente verniciata.

La barriera stradale metallica a profilo *New Jersey* (per viadotti ed opere d'arte stradali), non dovrà superare il peso unitario di 150 kg/ml e dovrà essere del tipo H4a,b (ex B3).

Detta barriera dovrà avere lo scopo di ridurre considerevolmente le sollecitazioni indotte sulle mensole laterali e/o cordoli di bordo delle suddette opere d'arte stradale.

Barriere in metallo – legno

Le caratteristiche delle barriere di sicurezza in metallo - legno sono descritte ai punti seguenti.

Legno lamellare-acciaio

La barriera di sicurezza in metallo-legno lamellare potrà essere costituita da:

- fascia di protezione realizzata con travi in legno lamellare di conifera, piallate su tutte le facce, a spigoli smussati, ciascuna assemblata ad un nastro in acciaio;
per conferire continuità strutturale in senso longitudinale alla fascia, i nastri metallici sono collegati nel senso della lunghezza attraverso un giunto realizzato mediante una piastra di continuità in acciaio;
- montanti in acciaio, ricoperti (per la parte fuori terra) da elementi in legno lamellare appositamente lavorati fino a rivestire interamente il montante sui lati ed in sommità;
tale rivestimento è sagomato in sommità per limitare ogni infiltrazione di acqua nel legno, favorendo il deflusso delle acque piovane;
- elementi terminali costituiti dagli stessi materiali delle fasce, ma opportunamente lavorati per consentire una idonea chiusura del tratto di barriera, sia dal punto di vista estetico, che funzionale.

Legno – acciaio

La barriera di sicurezza in metallo-legno potrà essere costituita da:

- piantone in tondo di legno, con anima in acciaio zincato a sezione C,
- listone orizzontale in tondo di legno anch'esso con anima in acciaio composta da profilato ad U dipendente dell'interasse dei piantoni.;
- ciascun montante dovrà essere rivestito in tutti i suoi lati con una copertura integrale opportunamente lavorata in legno;
- i listoni orizzontali vanno posizionati con il bordo superiore a 80 cm dalla sede stradale; l'unione tra questi elementi dovrà essere assicurata da piastre in acciaio zincato ognuna delle quali appositamente bloccata da due piastrine in acciaio zincato;
- aggiunta di corrimano pedonale, con funzione esclusiva di parapetto pedonale, posizionato con il bordo superiore a 110 cm dalla sede stradale, realizzato in tondo di legno dipendente dall'interasse dei piantoni.

Il corrimano dovrà essere ancorato con speciali staffe in acciaio verniciato fissate direttamente sul montante in acciaio della barriera stradale.

Tutto il legno dovrà essere trattato in autoclave con prodotti idonei alla lunga conservazione del materiale.

Art. 16 - Barriere antirumore

Accettazione dei materiali

Ai fini dell'accettazione dei materiali l'Appaltatore deve fornire le seguenti certificazioni:

- caratteristiche chimico- meccaniche.
- caratteristiche acustiche.

Messa in opera

La costruzione della barriera dovrà risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, etc.

Questa proprietà dovrà essere assicurata mediante un corretto montaggio, senza lasciare quindi fessure o giochi fra pannello e pannello, fra pannelli e montanti e fra pannelli ed elementi di supporto di base.

L'esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

La verifica acustica di corretta installazione si eseguirà secondo la prova con metodo impulsivo (norma AFNOR S 31-089) sulla barriera dimensionata in fase di progetto.

Sarà condotta sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori, che provvederà a farla eseguire a spot in vari punti, con particolare attenzione a quelle zone con pezzi speciali (porte di ispezione, posti telefonici, etc.).

I risultati di questa prova saranno confrontati con quelli ottenuti nella fase di prequalifica della barriera per rilevare le eventuali contraddizioni e/o situazioni anomale.

I controlli e le prove eseguite in fase di messa in opera hanno invece lo scopo di garantire la corretta esecuzione delle opere e la loro rispondenza alle specifiche fissate nel progetto esecutivo.

Controlli di qualità nelle fasi di messa in opera

Il fornitore è tenuto ad effettuare, per ogni lotto di pannelli fornito, alcune prove per verificare che lo stesso risponda alle caratteristiche progettuali e alle normative richiamate nelle specifiche tecniche.

Tali prove debbono essere riportate in una apposita relazione, corredata di tutti i certificati di prova richiesti nella normativa e specifiche citate.

Detta relazione dovrà essere consegnata al Direttore dei Lavori almeno 15 giorni prima della posa in opera delle protezioni antifoniche, costituendo la stessa fase vincolante per il montaggio delle stesse.

L'esito del controllo sulla relazione di prova deve essere annotato sul *Piano Controllo Qualità*, così come le eventuali osservazioni del Direttore dei Lavori o le prove aggiuntive richieste dalla stessa.

Tutti i materiali dovranno pervenire in cantiere provvisti di certificazione di provenienza (fornitore).

I controlli da effettuare in fase di posa in opera sono:

- controllo delle certificazioni di fornitura;
- verifica dell'esistenza delle prescrizioni progettuali di montaggio idonee a rispettare le prescrizioni progettuali e delle specifiche tecniche;
- verifica della corretta installazione in accordo al progetto e alle modalità di posa in opera sopra richiamate, effettuata a spot sui pannelli installati in ogni giorno di lavoro;
- controllo della corretta messa a terra della barriera protettiva: al termine di ogni lotto di barriera protettiva si dovranno effettuare alcune prove di messa a terra in accordo alle prescrizioni della norma C.E.I. 9.6.

Tutti i suddetti controlli debbono essere annotati sui relativi *Piano Controllo Qualità*.

Certificati di qualità

I certificati di qualità dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o la loro composizione, agli impianti o ai luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o fornitura in rapporto ai dosaggi e composizioni proposte.

Tali certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

Prove dei materiali

I dati delle prove o i campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione, per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.

L'esito delle prove saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti.

Pannelli metallici

I pannelli metallici debbono essere costituiti da una struttura metallica scatolare forata, all'interno della quale è inserito materiale fonoassorbente, costituito da complessi porosi (fibre o schiume) che sfruttano i fenomeni di attrito e di risonanza.

Caratteristiche delle parti metalliche

Il pannello dovrà essere costruito in metallo, protetto a tutti gli effetti contro la corrosione.

Il trattamento protettivo delle superfici deve essere eseguito sia all'interno che all'esterno del pannello e, in ogni caso, dopo le varie fasi di lavorazione della lamiera (tranciatura, punzonatura, piegatura, etc.), a meno che il pannello non sia realizzato in lamiera di alluminio con trattamento protettivo secondo il sistema *coil-coating*.

Il trattamento della superficie deve garantire una forte resistenza meccanica e realizzare una superficie esente da pori sia all'interno che all'esterno del pannello.

Il fornitore dovrà indicare il numero, lo spessore e la natura degli strati protettivi, nonché allegare le schede tecniche relative al trattamento anticorrosivo ed ai prodotti vernicianti impiegati.

Il colore delle protezioni anticorrosive sarà comunicato all'Appaltatore preventivamente dal Direttore dei Lavori.

In caso di incendio i materiali impiegati non dovranno sviluppare gas tossici o fumi opachi.

Caratteristiche specifiche dei pannelli in acciaio zincato e verniciato

Lo spessore della lamiera di acciaio non rivestita deve essere di almeno 1,5 mm.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco devono essere conformi alle norme UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93. Il rivestimento di zinco dovrà essere conforme alla Euronorma 147, con granatura del tipo Z 275 come dalle sopracitate norme. Lo spessore totale della protezione anticorrosiva deve essere non inferiore a 80 µm.

Il trattamento di zincatura dovrà essere effettuato dopo tutte le lavorazioni meccaniche. Inoltre la protezione anticorrosiva del pannello deve corrispondere alle seguenti caratteristiche:

Tabella 16.1

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della protezione anticorrosiva	I valori dichiarati
Aderenza secondo UNICHIM MU 630	Sia a secco (dry adhesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40° per 150 ore (wet adhesion): grado 1
Resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518/92 (da eseguire solo sulla faccia esposta)	60 N
Resistenza all'impronta secondo UNI 8358	70
Resistenza agli urti secondo UNI 8901/86	Per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1 kg da un'altezza di 30 cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce
Resistenza all'umidità secondo UNI 8744/86	Dopo 1.000 ore di esposizione: assenza di blistering e/o di perdita di aderenza; lungo l'incisione l'arrugginimento e la bollatura non devono penetrare per più di 2 mm
Resistenza alla corrosione da nebbia salina secondo	Dopo 500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo

UNI ISO 9227/93.	l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza
------------------	---

Caratteristiche specifiche dei pannelli in alluminio verniciato

La lamiera d'alluminio dovrà essere in lega alluminio-magnesio-manganese (Al-Mg-Mn, lega AA 4015 o similari) secondo norma UNI 9003, avente una buona resistenza alla corrosione.

Lo spessore della lamiera non rivestita deve essere almeno 1.2 mm.

Prima della verniciatura dovrà essere eseguito un trattamento della superficie idoneo a garantire un buon ancoraggio del film di vernice.

Tale pretrattamento dovrà essere costituito da sgrassaggio e risciacquo deionizzato, seguiti da cromatizzazione, fosfo-cromatizzazione oppure ossidazione anodica.

Per le facce esposte lo spessore del film di vernice dovrà essere almeno 40 µm, mentre per le facce non esposte si dovrà avere uno spessore minimo di 20 µm.

L'alluminio non dovrà essere stabilmente in contatto con rame o leghe di rame.

Il film di vernice dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

Tabella 16.2

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della protezione anticorrosiva	I valori dichiarati
Aderenza secondo UNICHIM MU 630	Sia a secco (dry adhesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40°C per 150 ore (wet adhesion): grado 0
Resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518/92 (da eseguire solo sulla faccia esposta)	60 N
Resistenza all'impronta secondo UNI 8358	70
Resistenza agli urti secondo UNI 8901/86	Per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1 kg da un'altezza di 30 cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce.
Resistenza all'umidità secondo UNI 8744/86	Dopo 1.500 ore di esposizione: la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.
Resistenza alla corrosione da nebbia salino-acetica secondo UNI ISO 9227/93.	Dopo 1.500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.

Caratteristiche specifiche dei pannelli in alluminio anodizzato

Lo spessore della lamiera di alluminio anodizzato dovrà essere di almeno 1,5 mm.

Le superfici anodizzate dovranno avere aspetto privo di venature, inclusioni, cavità, crateri porosi e di altri difetti e non manifestare variazioni di lucentezza e di colore.

Il trattamento elettrolitico dovrà essere eseguito sui pezzi solo dopo aver effettuato tutte le lavorazioni meccaniche (tagli, forature, fresature, etc.).

Lo strato anodico dovrà essere di spessore non inferiore a 15 µm e deve risultare ben fissato e continuo.

Il trattamento anodico dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

Tabella 16.3

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della strato anodico secondo UNI 9178/88	15 µm su entrambe le facce.
Fissaggio secondo UNI 9178/88	1. Qualità del fissaggio = "buona" secondo la classificazione di cui al punto 9 della suddetta norma.

Continuità degli strati anodici	Determinata con prova effettuata su cinque punti della superficie scelti a caso, con una goccia di reagente costituito da uguali volumi di acido cloridrico puro e da una soluzione al 6% in peso di bicromato di potassio, preparato al momento dell'impiego: dopo 8 minuti dal deposito del reagente sulla superficie anodizzate non dovrà manifestarsi alcuna colorazione verde.
---------------------------------	---

Caratteristiche geometriche della mascherina anteriore (lato fonoassorbente)

La lamiera forata rivolta verso la sorgente di rumore, qualora presenti aperture circolari, dovrà avere per singolo foro un'area inferiore a 78 mm² (raggio = 5 mm circa).

Qualora invece le aperture siano di forma rettangolare, il lato minore dovrà essere compreso tra 6 e 10 mm e il lato maggiore dovrà essere non superiore a 150 mm.

Si dovranno prendere in considerazione tutti gli accorgimenti idonei a garantire la durabilità del materiale fonoassorbente, ad es. prevedendo l'installazione del materiale fonoassorbente senza contatto diretto con la lamiera forata.

Dovranno inoltre essere previste opportune forature per il drenaggio.

Il disegno del forato deve essere in ogni caso preventivamente approvato dal Direttore dei Lavori.

Caratteristiche del materiale fonoassorbente

Il materiale fonoassorbente, inserito all'interno della struttura scatolata metallica dovrà essere costituito da complessi porosi.

Dovrà essere: imputrescibile, inerte agli agenti chimici ed atmosferici, ininfiammabile o autoestinguente. Saranno preferiti sistemi fonoassorbenti con membrana microporosa dal lato della sorgente di rumore per evitare impregnazioni o ritenzioni di liquidi che ne degradino le caratteristiche meccaniche ed acustiche.

Le caratteristiche di fono-assorbenza dovranno mantenersi elevate nel tempo, con curve di decadimento lente: a 5 anni dall'installazione si tollererà una diminuzione del 10% del coefficiente di assorbimento ed a 10 anni del 20%.

Le prove previste per accertare l'idoneità di detto materiale saranno le seguenti:

Tabella 16.4

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Diametro medio delle fibrille secondo UNI 6484/69.	Il diametro medio delle fibrille deve essere compreso tra 6 e 9 µm.
Massa volumica apparente secondo UNI 6485/69.	La massa volumica apparente deve essere maggiore di 85 kg/m ³ oppure di 48 kg/m ³ a seconda che si tratti di lana di roccia o di lana di vetro.
Resistenza al fuoco secondo la FEDERAL STANDARD USA STD 302	Ininfiammabile
Grado di igroscopicità secondo UNI 6543/69 (tempo di prova 1 giorno).	Il grado di igroscopicità non deve essere superiore allo 0,2% in volume.
Resistenza all'acqua secondo il seguente procedimento: si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm completamente immerso in acqua distillata per 24 ore a temperatura ambiente.	Al termine della prova non devono essere avvenuti né sfaldamenti né colorazione rispettivamente del provino e dell'acqua.
Resistenza al calore secondo il seguente procedimento: si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm in una stufa a 150°C per 24 ore poggiando su una delle due facce quadrate (100x100 mm).	Al termine della prova non devono essere avvenute variazioni delle dimensioni originarie del provino superiori a ± 5 mm relativamente ai parametri lunghezza e larghezza. La variazione che si verifica sullo spessore deve essere inferiore a ± 1 mm.
Ancoraggio della lana minerale secondo il seguente procedimento: il pannello, disposto in posizione verticale, verrà sottoposto per 24 ore a vibrazione, anch'essa verticale, a 10 Hz, di ampiezza picco-picco 1 mm.	Al termine della prova, l'ancoraggio deve aver resistito alla sollecitazione applicata.

Pannelli trasparenti

Qualora particolari esigenze architettoniche o paesaggistiche lo suggeriscano, è possibile impiegare pannelli in materiali trasparenti: polimetilmetacrilato, policarbonato o vetro.

Le lastre dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un solo pezzo, di spessore uniforme e prive di difetti, con facce piane perfettamente parallele.

Dovranno essere in grado di resistere agli agenti atmosferici, all'acqua e ai vari componenti chimici usati per eventuali operazioni di pulizia.

I pannelli dovranno essere intelaiati sui quattro lati.

Nella progettazione di barriere acustiche con pannelli trasparenti bisogna prestare particolare attenzione a minimizzare le riflessioni di luce potenzialmente pericolose per i conducenti dei veicoli in transito.

La trasparenza dei pannelli inoltre costituisce un pericolo per gli uccelli, che deve essere ridotto inserendo opportune sagome di rapaci locali.

Pannelli in polycarbonato

I pannelli in polycarbonato dovranno avere spessore minimo di 8 mm ed essere protetti su entrambe le superfici dai raggi UV.

Il fattore di trasmissione totale (diretta + diffusa) dopo prova di invecchiamento accelerato (secondo ASTM G 26/93) per 4.000 ore (2.000 ore per faccia) non dovrà scendere al di sotto del 95% del valore iniziale (la prova va condotta secondo ASTM D1003-92).

Lo strato di protezione dagli UV dovrà essere omogeneo col substrato (identico coefficiente di dilatazione termica lineare) onde evitare fenomeni di deformazione o microfessurazioni dovuti a sollecitazioni meccaniche o termiche.

Particolare cura dovrà essere posta nell'attacco pannello-montante, per poter assorbire le dilatazioni termiche del materiale che raggiungono il valore di 1 cm/m.

La guarnizione, compatibile con il polycarbonato, deve essere in EPDM della durezza di 70 *shores* e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa.

Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio.

La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli dovranno rispondere inoltre alle caratteristiche tecniche sotto riportate:

Tabella 16.5

Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g·cm ³
Resistenza a flessione	D790	100 MN·m ²
Resistenza a trazione minima	D638	65 MN·m ²
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	1,5 kJ·m ²
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	110°C
Coefficiente max di dilatazione termica lineare	D696	80-10-6 °C-1
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illuminante A	90%
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1.000 ore con lampada solare	D1925	2%

Le prove si riferiscono a lastre incolori dello spessore di 3 mm.

Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA)

I pannelli in polimetilmetacrilato dovranno essere di tipo colato o estruso con spessore minimo di 15 mm.

Essi devono essere conformi, per quanto riguarda inclusioni e tolleranze di spessore, alla norma DIN 16957 e realizzati partendo da metacrilato puro; l'impiego di materiale rigenerato per la costruzione delle lastre non è ammesso.

La guarnizione, compatibile con il metacrilato, dovrà essere in EPDM della durezza di 70 *shores* e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa.

Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio.

La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli in PMMA dovranno inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche:

Tabella 16.6

Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g·cm ³
Resistenza a flessione	D790	80 MN·m ²
Resistenza a trazione minima	D638	57 MN·m ²
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	70 kJ·m ²
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	140°C
Coefficiente max di dilatazione termica lineare	D696	80·10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illum. A	85%
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1.000 ore con lampada solare	D1925	6%

117

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

Pannelli in vetro

I pannelli dovranno essere realizzati con vetri di sicurezza stratificati, temperati, martellati o armati, con spessore minimo di 16 mm.

Una particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione delle guarnizioni tra pannello e pannello e tra pannello e montante.

La guarnizione tra pannello e montante dovrà essere in neoprene estruso di durezza 20 ÷ 30 *shores*, mentre la guarnizione alla base della barriera, fra pannello e piano di posa, dovrà essere in neoprene estruso di durezza 50 ÷ 60 *shores*.

Le lastre dovranno rispondere a quanto prescritto dalle seguenti norme:

- norma UNI 7172 in generale, capitolo 6.3 in particolare per le prove di resistenza;
- norma UNI 9186 antivandalismo, capitoli 3.1 e 6.1;
- norma UNI 9187 antiproiettile classe A 500 J capitoli 3.1 e 3.2.A;
- durezza uguale o superiore al grado 6,5 della scala di Mohs.

Il vetro dovrà inoltre presentare alta resistenza all'abrasione e consentire un'agevole rimozione di eventuali scritte vandaliche.

Pannelli in calcestruzzo

I pannelli in calcestruzzo utilizzabili per la formazione di barriere antirumore sono descritti ai punti seguenti.

Pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso

I pannelli in calcestruzzo armato normale o pre-compresso dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Tabella 16.7

Caratteristica	Esigenza
Classe R _{ck}	> 40 N/mm ²
Rapporto acqua/cemento	< 0,45
Slump	< 0,1%
Tipo di cemento	Pozzolánico o altoforno
Spessore pannello	≥ 8 cm
Barre di armatura	Acciaio Fe B 44K controllato
Coefficiente di permeabilità	Con prova a carico costante alla pressione di 1.400 kPa su provini di 100 mm di diametro oppure, preliminarmente ai getti, su provini cubici aventi lo spigolo di 150 mm, dovrà essere inferiore o uguale a 10 ⁻¹⁰ cm·s ⁻¹

Qualora previsto in progetto le superfici di calcestruzzo dovranno essere protette con opportuni impregnanti, in modo da garantire l'idrofobizzazione del supporto trattato, con caratteristiche di trasparenza, traspirazione, resistenza alle intemperie, agli UV, alle

muffe, ai cloruri, agli alcali ed agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera.
Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso e calcestruzzo di argilla espansa o pomice

I pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso e in calcestruzzo di argilla espansa o pomice potranno essere costituiti da due o più strati nei quali la funzione portante è assicurata dallo strato in calcestruzzo armato, che deve avere spessore minimo 8 cm, mentre lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice, rivolto verso la sorgente di rumore, dovrà rispettare le caratteristiche di fonoassorbimento previste in progetto.

Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alle vigenti normative UNI di accettazione dei calcestruzzi.

In particolare, lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Tabella 16.8

Caratteristica	Esigenza
Composizione inerti (secondo UNI 7549)	100% argilla espansa o pomice con granulometria: passante al crivello 12 mm 100% 10 mm 90-100% 5 mm 5-35% 3 mm 0-10% 2 mm 0-5%
Massa volumica in mucchio degli inerti (secondo UNI 7549)	Preferibilmente compresa tra 350 e 600 kg/m ³ e comunque mai superiore a 1.100 kg/m ³
Tipo di cemento	Pozzolatico o altoforno, dosato non oltre i 250 kg per m ³ di inerti per non intasare i pori con perdita di efficacia antirumore.
Resistenza alla compressione	In media 10 N/mm ² , da misurarsi su cubetti stagionati con spigolo di 100 mm
Spessore strato in calcestruzzo alleggerito	Può essere costante o variabile ma comunque mai inferiore ai 4 cm
Barre di armatura	Acciaio Fe B 44K controllato e fili per la precompressione

I pannelli dovranno avere apposita protezione della struttura cellulare in argilla espansa o pomice esposta agli agenti atmosferici mediante trattamento, per intrusione, con idoneo prodotto ad elevato potere idrorepellente, traspirante, trasparente, con ottimo ancoraggio al materiale trattato, resistente alle intemperie, agli UV, alle muffe, agli alcali, agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera.

Tale prodotto deve assicurare un'elevata durata delle proprie caratteristiche (almeno 10 anni), deve consentire l'eventuale applicazione di vernice sulla faccia esposta del pannello ed inoltre in caso di incendio deve garantire l'assenza di esalazioni tossiche o fumi opachi.

La protezione della superficie deve impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale.

Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Pannelli in calcestruzzo armato alleggerito con argilla espansa strutturale

Il pannello, di spessore non inferiore ai 20 cm, dovrà essere costituito da un impasto omogeneo di calcestruzzo con argilla espansa che assolve contemporaneamente alle funzioni portante e di abbattimento del rumore.

Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alle normative UNI vigenti.

Tabella 16.9

Caratteristica	Esigenza
Composizione inerti (secondo UNI 7549)	100% argilla espansa o pomice con granulometria: passante al crivello 12 mm 100% 10 mm 90-100% 5 mm 5-35% 3 mm 0-10% 2 mm 0-5%
Massa volumica in mucchio degli inerti (secondo UNI 7549)	Preferibilmente compresa tra 350 e 800 kg/m ³ e comunque mai superiore a 1.200 kg/m ³
Tipo di cemento	Pozzolatico o altoforno, dosato a 350 – 400 kg per m ³ di inerti e non oltre, per non intasare i pori, con conseguente perdita di efficacia antirumore.
Resistenza alla compressione	$R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$
Massa volumica pannello	$\geq 1.400 \text{ kg/m}^3$
Spessore pannello	Non inferiore ai 20 cm
Barre di armatura	Acciaio Fe B 44K controllato e fili per la precompressione

I pannelli dovranno avere apposita protezione delle parti esposte agli agenti atmosferici mediante trattamento, per intrusione, con idoneo prodotto ad elevato potere idrorepellente, traspirante, trasparente, con ottimo ancoraggio al materiale trattato, resistente alle intemperie, agli UV, alle muffe, agli alcali, agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera.

Tale prodotto deve assicurare un'elevata durata delle proprie caratteristiche (almeno 10 anni), deve consentire l'eventuale applicazione di vernice sulla faccia esposta del pannello ed inoltre in caso di incendio deve garantire l'assenza di esalazioni tossiche o fumi opachi.

Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Pannelli in legno

I pannelli in legno normalmente debbono essere costituiti da una struttura scatolare al cui interno è alloggiato un materassino di lana minerale che, in combinazione con una eventuale camera d'aria retrostante agisce da dissipatore acustico.

La struttura è formata da:

- griglia anteriore formata da listelli di legno opportunamente sagomati;
- tamponatura posteriore realizzata con tavole in legno di opportuno spessore;
- materiale fonoassorbente;
- eventuali travi in legno disposte orizzontalmente alle estremità del pannello.

Il legno deve resistere al deperimento organico e deve essere trattato con prodotti speciali secondo le norme DIN 68 800 parte 3^a per evitare la formazione di funghi. In particolare il legno sarà sottoposto all'impregnazione di oli minerali ecologici o sali indilavabili preservanti in autoclavi a vuoto e pressione.

I pannelli in legno devono avere una certificazione di durabilità non inferiore ai 20 anni rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Particolare cura va posta nel trattamento degli elementi più vicini al suolo.

Per la sicurezza della circolazione in caso di incendio, i pannelli (pur essendo ininfiammabili) devono essere resistenti al fuoco; i montanti devono essere ininfiammabili e agire da barriera contro il fuoco, altrimenti sarà necessaria, ogni 100 m, una zona larga almeno 4 m realizzata con elementi ininfiammabili.

I pannelli dovranno essere facilmente smontabili e sostituibili in caso di danneggiamenti; a tal fine, su richiesta del Direttore dei Lavori, le dimensioni del singolo pannello devono essere contenute, per permettere il montaggio dello stesso senza l'impiego di mezzi meccanici che possono arrecare disturbo al flusso veicolare.

Particolare cura deve essere posta nello studio delle giunzioni, che devono essere progettate in modo da tenere conto di eventuali movimenti di contrazione e rigonfiamento.

La bulloneria per l'assemblaggio dei diversi componenti sarà preferibilmente in acciaio inox.

I montanti saranno realizzati in legno massiccio o con profilati metallici secondo le particolari esigenze tecnico architettoniche del sito da proteggere, in accordo con le indicazioni del Direttore dei Lavori.

Pannelli in laterizio forato

La struttura portante dei pannelli in laterizio forato è generalmente costituita da pilastri in cemento armato, con cordolo inferiore ed eventuale trave di collegamento superiore sempre in cemento armato.

Varianti di questo tipo di barriera si possono ottenere con blocchi di calcestruzzo dotati delle stesse cavità risonanti.

Montanti

I montanti utilizzabili per la formazione di barriere antirumore sono descritti ai punti seguenti.

Montanti metallici

I montanti metallici devono essere realizzati in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe 360 B (secondo la norma UNI EN 10025/92) e zincati a caldo per immersione in accordo alle norme UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93, per uno spessore non inferiore a 60 µm, previo ciclo di sabbiatura SA 2½ oppure trattamento di decapaggio chimico.

Per assicurare una buona e durevole aderenza del prodotto verniciante alla superficie zincata è richiesto, inoltre l'applicazione di uno dei seguenti trattamenti della superficie, subito dopo la zincatura:

- ciclo completo di cataforesi;
- ciclo completo di brugalizzazione;
- lavaggio e sgrassaggio delle superfici zincate, seguiti da applicazione di uno strato di fondo a base di pittura epossidica al fosfato di Zn (spessore 60 ÷ 80 µm), quindi da uno strato di copertura a base di pittura poliuretanica (spessore 60 ÷ 80 µm).

La successiva verniciatura deve essere effettuata a polveri o a smalto e seguita da polimerizzazione a 140°.

Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura, deve essere di almeno 180 µm in modo da realizzare una superficie esente da pori.

Il fornitore deve comunque indicare il sistema del trattamento previsto per la protezione anticorrosiva della superficie dei diversi elementi ed allegare le schede tecniche dei prodotti vernicianti e le modalità di applicazione.

Il colore delle protezioni anticorrosive sarà comunicato preventivamente dal Direttore dei Lavori.

In caso di incendio i materiali impiegati non devono sviluppare gas tossici o fumi opachi.

Le prove che possono essere eseguite sul montante sono:

- verifica della zincatura;
- misura degli spessori degli strati protettivi;
- controllo della rispondenza dei prodotti vernicianti alle caratteristiche dichiarate.

Sui profili costituenti i montanti che non risultino “prodotti qualificati” devono essere effettuate tutte le prove meccaniche e chimiche previste dalle norme UNI vigenti in numero atto a fornire un'ideale conoscenza delle proprietà di ogni singolo lotto di fornitura e comunque almeno tre saggi per ogni 20 t di ogni singolo profilo.

Montanti in calcestruzzo armato

I montanti in calcestruzzo armato normalmente sono elementi prefabbricati realizzati con calcestruzzo rispondente agli stessi requisiti prescritti per i pannelli in calcestruzzo armato.

I montanti avranno predisposti al proprio interno gli eventuali dispositivi per l'ancoraggio delle pannellature prefabbricate.

Montanti in legno

I montanti in legno devono essere realizzati in legno secondo le specifiche prescritte per i pannelli in legno, seguendo gli stessi trattamenti specificati per i pannelli in legno.

Per la parte infissa dovranno essere messi in atto tutti gli accorgimenti per evitare l'imputrescenza.

Porte di ispezione e di sicurezza

Le porte di ispezione e di sicurezza devono essere poste ad una distanza non superiore a 300 m l'una dall'altra.

Le porte dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- larghezza libera: ≥ 85 cm;
- altezza libera: ≥ 190 cm.

Le caratteristiche antifoniche delle porte devono corrispondere a quelle delle pareti.

A tal fine le porte devono essere realizzate con un pannello dello stesso tipo di quelli utilizzati per le pareti, montato su opportuno telaio.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione delle giunzioni tra parti fisse e parte mobile, facendo in modo che i coefficienti di assorbimento e di isolamento dell'intera parete non siano pregiudicati.

Le porte devono essere provviste di maniglione di apertura di tipo antipanico, apribile solo dall'interno; dall'esterno l'apertura deve essere possibile solo con apposita chiave in dotazione ai posti di manutenzione.

La segnalazione delle porte deve essere seguita secondo le norme per le uscite di sicurezza.

Le porte devono essere facilmente apribili anche in caso di gelo.

Le porte possono essere sostituite da interruzioni della barriera secondo le indicazioni progettuali.

Accessori

Gli accessori utilizzabili per la formazione di barriere antirumore sono descritti ai punti seguenti.

Sigillanti e guarnizioni

Sigillanti e guarnizioni devono garantire nel tempo l'ermeticità acustica e deve quindi resistere all'invecchiamento da agenti naturali (raggi UV, variazioni di temperatura, etc.).

Il fornitore dovrà specificare preventivamente le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per i sigillanti e le guarnizioni specie per quanto riguarda la qualità dell'elemento elastico e la sua resistenza all'invecchiamento.

Inoltre detti materiali dovranno rispettare le seguenti prescrizioni della norma DIN 53571:

Tabella 16.10

Caratteristica	Esigenza minima
Allungamento alla rottura a + 20°C	Almeno 380%
Allungamento alla rottura a - 20°C	Almeno 350%
Resistenza alla rottura a + 20°C	Superiore a 10 N/mm ²

Il profilo della guarnizione dovrà evitare la fuoriuscita del pannello nel momento di maggiore sollecitazione e contemporaneamente ammortizzare le vibrazioni dello stesso.

Le guarnizioni ed i sigillanti, da utilizzare con i pannelli in polycarbonato o in metacrilato, dovranno essere realizzate con materiale compatibile con tali prodotti.

Il Direttore dei Lavori avrà la facoltà di eseguire le prove che riterrà opportune per la verifica di tali caratteristiche.

Accessori metallici

Tutti gli elementi metallici non precedentemente contemplati (viti, dadi, rivetti, rondelle elastiche, distanziatori, tirafondi, etc.) devono essere in acciaio inossidabile AISI 306 o AISI 430 o in acciaio zincato a caldo per immersione in accordo alle UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93, per uno spessore non inferiore a 60 µm (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti in acciaio zincato).

Nel caso di pannelli in lega leggera potranno essere usati elementi metallici sia in acciaio inox che in alluminio.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, valgono le seguenti prescrizioni:

- Tirafondi: il materiale dovrà avere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe37BkB della UNI 7356/76.
- Piastre di base: saranno realizzate con acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe 360B secondo la UNI 7070.
- Bulloni: dovranno appartenere alla classe di resistenza 8.8 della UNI 3740 associata nel modo indicato nel prospetto 2 –III della CNR-UNI 10011/85.

Caratteristiche acustiche: barriere fonoassorbenti e contemporaneamente fonoisolanti

Le caratteristiche acustiche delle barriere fonoassorbenti e contemporaneamente fonoisolanti sono descritte ai punti seguenti.

Prove di laboratorio in camera riverberante

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB per i pannelli mono-assorbenti e a 24 dB per quelli bi-assorbenti.

Il suo valore sarà determinato secondo la norma ISO 140/3–1978 e la ISO 717/1–1982 e successivi aggiornamenti.

Le proprietà fonoassorbenti dei materiali saranno valutate mediante la determinazione del coefficiente di assorbimento acustico α secondo la norma ISO/R354-1985

I pannelli aventi la capacità di assorbire l'energia acustica incidente sono classificati in due categorie, da scegliersi in base alle condizioni di impiego:

- tipo I: ad elevato potere fonoassorbente;
- tipo II: a medio potere fonoassorbente.

Essi devono garantire, alle varie frequenze centrali di banda d'ottava, i seguenti valori minimi del coefficiente di assorbimento acustico α , in riferimento alla norma ISO/R 354–1985 e successivi aggiornamenti:

tipo I: ad elevato potere fonoassorbente:

Tabella 16.11

Frequenza (Hz)	Coefficiente α
125	0.40
250	0.70
500	0.80
1.000	0.80
2.000	0.80
4.000	0.75

tipo II: a medio potere fonoassorbente:

Tabella 16.12

Frequenza (Hz)	Coefficiente α
125	0.35
250	0.40
500	0.50
1.000	0.60
2.000	0.55
4.000	0.50

Nel caso di elementi bi-assorbenti i campioni saranno provati separatamente sulle due facce.

Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di *insertion loss*)

Al fine di valutare il comportamento della barriera dal punto di vista acustico dovrà essere eseguita una prova di attenuazione in campo libero in una configurazione standard con sorgente puntiforme.

La prova dovrà essere eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera, dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione del Direttore dei Lavori potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

La velocità del vento nella zona di prova dovrà essere inferiore a $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La barriera utilizzata per le prove dovrà avere un'altezza di 3 m ed una lunghezza di 18 m.

I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure dovranno essere eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore.

Tutta la strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori.

I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225.

Il microfono di misura dovrà avere il diametro non maggiore di $\frac{1}{2}$ pollice ed essere del tipo per campo libero.

Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare e grafica, rappresentando l'andamento del livello sonoro in funzione della frequenza.

Prova di una barriera tipo secondo la norma AFNOR S 31-089

Il metodo di prova secondo la norma AFNOR S 31-089 consente di individuare in campo aperto i coefficienti di fonoisolamento e di valutare il coefficiente di fonoassorbimento della barriera in funzione della frequenza.

Consente di valutare sia le caratteristiche dei materiali costituenti lo schermo che la qualità della posa in opera (guarnizioni, giunzioni, montanti).

Permette di determinare le seguenti proprietà fisiche dei pannelli:

- potere fonoisolante (espresso in dB): capacità di un materiale di “opporsi” alla propagazione del rumore attraverso di esso.
- potere fonoassorbente (espresso in percentuale): capacità di un materiale di “dissipare” l'energia sonora incidente su di esso.

Caratteristiche acustiche: barriere fonoisolanti

Le caratteristiche acustiche delle barriere fonoisolanti sono descritte ai punti seguenti.

Prove di laboratorio in camera riverberante

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB. Il suo valore sarà determinato secondo la norma ISO 140/3-1978 e la ISO 717/1-1982 e successivi aggiornamenti.

Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di “insertion loss”)

Per le modalità di esecuzione si rimanda all'analogo punto precedente.

Prova di una barriera tipo secondo la norma AFNOR S 31-089

Per le modalità di esecuzione si rimanda all'analogo punto precedente.

Bio-muri: caratteristiche dei materiali ed acustiche

I bio-muri sono costituiti da strutture a sezione trapezoidale o rettangolare, formate da un reticolo portante spaziale tridimensionale, drenante, realizzato mediante sovrapposizione di appositi elementi prefabbricati in calcestruzzo armato vibro-compresso, o in legno opportunamente trattato, in modo da formare dei contenitori aventi larghe superfici aperte al cui interno viene insilato del materiale inerte terroso, che permette l'impianto di essenze vegetali rampicanti e/o cespugli.

Possono anche essere posati in modo da formare un muro di sostegno, disposto in adiacenza all'infrastruttura stradale, che sostiene un terrapieno che si ricongiunge dal lato opposto, con varie forme e pendenze, al piano campagna.

La realizzazione del muro consiste nella fornitura e posa in opera degli elementi prefabbricati, comprese le basi di appoggio, il riempimento con il terreno, il rinverdimento effettuato con essenze resistenti e sempreverdi, nonché tutte le opere ed i lavori necessari per consegnare il lavoro a regola d'arte.

La struttura normalmente risulta composta da spazi aperti o nicchie esposte all'acqua piovana ma deve essere attentamente valutata la necessità di un sistema di irrigazione da alimentare in modo opportuno.

Caratteristiche dei materiali

I materiali che costituiscono l'opera di sostegno del bio-muro sono:

- elementi che formano il reticolo di sostegno, che possono essere:
 - prefabbricati in calcestruzzo armato vibro-compresso;
 - in legno trattato;
- terreno di riempimento.

Gli elementi di sostegno ed il terreno di riempimento occorrente per la costruzione delle opere dovranno risultare rispondenti ai requisiti di cui ai punti seguenti.

Caratteristiche degli elementi prefabbricati

Gli elementi prefabbricati costituenti il muro devono essere modulari e vincolabili, atti a qualsivoglia configurazione planimetrica, comprese le curvilinee, e devono permettere la realizzazione dell'opera con paramento verticale o a scarpa.

Le caratteristiche geometriche degli elementi e le modalità esecutive della struttura dovranno essere tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento.

La struttura reticolare così formata deve avere una modularità costante, componibile tridimensionalmente, in modo da poter realizzare muri cellulari di sezione anche variabile il cui peso, al netto del materiale di riempimento, dovrà essere non inferiore a 300 Kg/m³.

I materiali che costituiscono i singoli elementi prefabbricati devono avere le seguenti caratteristiche:

Tabella 16.13

Caratteristica	Esigenza
Barre e reti elettrosaldate di armatura	Acciaio FeB 38K controllato o FeB 44K controllato.
Tipo di cemento	325 o superiore, dosato a 400 kg/m ³ impasto
Rapporto acqua/cemento	0.45
Vibratura	9.000 Hz
Resistenza alla compressione	$R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$ (350 kgf/cm ²)

Caratteristiche degli elementi in legno trattato

La gabbia in legno deve essere costituita da elementi modulari a incastro trattati con miscela preservante CCA, a carico di ritenzione di 16 l/m³, densità umida di 8 kN/m³.

Caratteristiche del terreno di riempimento

Le caratteristiche di un terriccio completamente fermentato che determinano la sua particolare attitudine come materiale di riempimento sono le seguenti:

- elevata percentuale di sostanza organica per il bilancio dell'humus;
- elevato volume delle porosità;
- elevato ritenimento idrico;
- elevato contenuto di organismi del terreno;
- quote di elementi principali ed oligoelementi;
- elevata capacità di scambio di ioni (potere di fissare le sostanze nutritive);
- insensibile all'erosione;
- insensibile agli assestamenti del terreno;
- buona ventilazione.

125

Essenze vegetali

Le piante contenute nei bio-muri possono essere scelte in base ai seguenti criteri (da Stern e Partner, Architetti del paesaggio, Zurigo):

- tipo di paesaggio circostante:
 - nell'area urbana;
 - fuori dall'area urbana, cioè in un paesaggio naturale;
 - vicino a vegetazione di:
 - piante indigene, cioè piante di naturale/spontanea crescita;
 - piante antropogene esotiche o importate da altre regioni o continenti.
- condizioni microclimatiche:
 - generali condizioni geografiche e climatiche;
 - condizioni particolari nel muro;
 - posizione del muro (parte superiore, media o bassa);
 - tipo di terra, miscuglio di terra;
 - esposizione al sole, all'ombra, al vento e influenza della pioggia.
- limitata possibilità di cubatura:
 - luogo trafficato, spazio limitato particolarmente nella parte bassa, molto vento dovuto al passaggio del traffico/auto;
 - lato esterno confinante direttamente con la strada.
- piante raggruppate nelle aree:
 - area con piante sempreverdi;
 - area di piccoli cespugli;
 - area con tipi di piante rampicanti o cascanti;
 - aree con piante a crescita bassa che coprono la superficie della terra;
 - area con piante grasse di piccola crescita.
- esposizione rispetto al paesaggio:
 - dominante aree di priorità/importanti;
 - associato a piante per colmare/riempire il buco/squarcio di frane.

Specifiche di accettazione

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali; per quanto riguarda la fornitura degli elementi modulari prefabbricati e in legno, l'Impresa fornitrice è tenuta a produrre adeguata certificazione che ne comprovi le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Per l'accettazione del terreno di riempimento, in considerazione dei requisiti previsti in progetto, la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'esecuzione di analisi granulometriche, limiti di Attenberg e prove di taglio diretto con scatola di Casagrande.

Dopo la messa in opera di ogni strato la Direzione dei Lavori potrà richiedere la verifica del grado di costipamento mediante prove di controllo della densità *in situ* e della densità di riferimento in laboratorio.

Le prove geotecniche *in situ* ed in laboratorio dovranno essere eseguite da un Laboratorio Ufficiale approvato dalla Direzione dei Lavori.

Caratteristiche acustiche

La fase di accettazione delle caratteristiche acustiche è distinta in due momenti: il primo riguardante le prove di laboratorio in camera riverberante; il secondo riguardante prove su campioni di barriera in campo aperto ed in condizioni normalizzate.

Le prove per certificare l'efficacia acustica del manufatto debbono essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

126

Prove di laboratorio in camera riverberante

Per le modalità di esecuzione si rimanda all'analogo punto precedente.

Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di *insertion loss*)

Per le modalità di esecuzione si rimanda all'analogo punto precedente.

Specifiche di messa in opera

La costruzione della barriera deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, etc.

Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio degli elementi e un corretto insilaggio del terreno, nonché mediante l'impianto di adeguate essenze vegetali rampicanti e/o cespugli.

L'esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

Elementi anti-diffrattivi

L'efficacia *in situ* di uno schermo acustico è, in gran parte, limitata dal fenomeno della diffrazione sullo spigolo superiore: per ridurre questo fenomeno è possibile installare appositi dispositivi anti-diffrattivi sulla sommità di barriere anti-foniche o su manufatti esistenti.

Caratteristiche dei materiali

Gli apparecchi anti-diffrattivi dovranno essere realizzati in elementi lineari con le seguenti caratteristiche:

- Elemento esterno: è costituito da componenti in lamiera di acciaio zincato o di alluminio opportunamente sagomati e forati.
- Elemento interno fonoisolante: è costituito da un elemento tubolare in acciaio zincato di adeguato spessore.
- Materiale fonoassorbente: interposto tra i due elementi interno ed esterno, è costituito da lana minerale.
- Coprigiunti ed elementi terminali: consentono la giunzione e la chiusura dei dispositivi anti-diffrattivi.
- Strutture di sostegno: consentono il fissaggio dei dispositivi anti-diffrattivi alle barriere o ad altri manufatti.

I componenti in acciaio zincato e in alluminio, così come i materiali fonoassorbenti devono essere conformi a quanto richiesto per le parti omologhe dei pannelli fonoassorbenti metallici per quanto riguarda caratteristiche meccaniche, di durezza, di protezione dalla corrosione, etc.

Caratteristiche acustiche

Le caratteristiche acustiche degli elementi anti-diffrattivi sono descritte ai punti seguenti.

Metodologia di prova

La prova per le verifiche delle caratteristiche acustiche consiste nell'adottare il metodo impulsivo (largamente sperimentato in

Francia), al fine di determinare il parametro IL (*insertion loss*, perdita di energia in diffrazione).

Per le modalità di esecuzione si rimanda all'analogo punto precedente.

Modalità di esecuzione della prova

La prova consiste nel mettere in opera uno o più pannelli preferibilmente in calcestruzzo in modo da formare una barriera lunga 8 m.

Lo spazio davanti e dietro dovrà essere libero per permettere il posizionamento dei microfoni.

La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera, dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione del Direttore dei Lavori potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

L'altezza della barriera deve essere di 3,00 m al fine di conservare la coerenza con le misure di trasmissione e di assorbimento.

E' necessario ripetere l'esperimento per almeno 5 altezze dei microfoni, in modo da avere una caratterizzazione completa dell'irraggiamento acustico.

127

Altri tipi di schermi acustici

Gli altri tipi di schermi acustici utilizzabili per la formazione di barriere antirumore sono descritti ai punti seguenti.

Rimodellamenti morfologici

I rimodellamenti morfologici utilizzati come barriere al rumore emesso dall'infrastruttura stradale possono essere realizzati per mezzo di:

- terrapieni a pendenza naturale;
- strutture in terra rinforzata o geosacchi.

Le barriere di questo tipo sono chiamate anche naturali perché in esse l'elemento naturale (terra, vegetazione, humus) assolve sia al ruolo funzionale che alla funzione estetica.

Terrapieni a pendenza naturale

Il terreno di riempimento può provenire sia da scavi precedentemente eseguiti, sia da cave di prestito, e dovrà appartenere ai gruppi A1-a, A3, A2-4 e A2-5 della classificazione UNI 1.0006 con esclusione di pezzature superiori a 25 cm. I gruppi A2-6 A2-7 potranno essere impiegati purché l'indice plastico I_p sia inferiore a 30; per i materiali con passante al setaccio n. 200 (0.0074 mm) maggiore del 35% è necessario che il passante ai 20 micron (0.020 mm) sia inferiore al 40% e l'indice plastico I_p < 30.

Qualora siano richiesti particolari capacità drenanti al manufatto, il materiale dovrà appartenere alle classi A1, A3.

In ogni caso saranno esclusi i materiali che presentino angoli di resistenza al taglio minori di quelli previsti in progetto e comunque inferiori a 25°; il peso di volume del terreno di riempimento dovrà essere superiore a 1.7 t/m³.

Strutture in terra rinforzata

Il rimodellamento morfologico consiste nella realizzazione di rilevato o terrapieno a scarpata stabilizzata, con paramento esterno rinverdito, armato mediante manufatti a struttura regolare detti "geogriglie", costituiti da polietilene ad alta densità o polipropilene stabilizzato o altri polimeri, aventi elevata resistenza meccanica, chimica e fisica e stabilizzati all'azione di raggi U.V., con inclinazione fino a 90° rispetto al piano orizzontale.

La realizzazione avverrà mediante formazione di strati successivi con sequenze ripetitive di posa della geogriglia, stesa e compattamento del materiale a strati sovrapposti ognuno di altezza non superiore a 25 cm.

Le geogriglie da impiegarsi dovranno avere una struttura regolare formata dalla stiratura mono-biassiale di un foglio continuo ed avere aperture, geometria, costole e giunzioni nelle sezioni di incrocio tali da permettere un significativo collegamento meccanico con il materiale da rinforzare.

Dovranno inoltre avere una elevata rigidità a flessione ed un elevato modulo elastico in relazione al materiale da rinforzare, ed una elevata continuità della resistenza elastica lungo tutte le costole e giunzioni della struttura.

Le geogriglie dovranno essere resistenti al degrado dovuto ai raggi ultravioletti, ai danneggiamenti durante una normale posa in opera, ed a tutte le forme di degrado chimico o biologico normalmente incontrate nel materiale che deve essere consolidato.

Il livello di sollecitazione e le caratteristiche delle geogriglie dovranno essere certificate per una vita di oltre 120 anni.

Una variante di questo sistema può consistere nell'utilizzo dei geosacchi: si procede alla realizzazione di una parete con sacchi sovrapposti di tessuto non tessuto riempiti di miscela di terreno vegetale e concimi.

Il lato della parete rivolto verso l'infrastruttura potrà essere quasi verticale, mentre l'altro lato formerà con il piano d'appoggio un angolo acuto.

Le superfici esterne delle pareti saranno adeguatamente trattate al fine di ottenere un rivestimento vegetante in un periodo massimo di 180 giorni.

La scarpata o il rilevato stradale dovranno essere predisposti alla posa dei geosacchi mediante livellamento e/o gradonatura.

Alla base del piano di posa potranno essere realizzati drenaggi longitudinali per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche per impedire il ruscellamento della scarpata.

Il sacco conterrà terriccio di alta qualità con l'aggiunta di semi di varie essenze, oligoelementi ed attivanti della flora batterica.

L'involucro dovrà essere costituito da tessuto non tessuto imputrescibile, cucito a forma di sacco e con numerosi tagli per consentire una migliore germinazione e la fuoriuscita delle plantule.

Le dimensioni e il peso di ciascun geosacco devono consentire una facile lavorabilità al fine di un'agevole costruzione della barriera.

Barriere vegetali (fasce boscate)

Le barriere vegetali sono schermature costituite da vegetazione specializzata per tipo di essenza e sesto di impianto, le quali, pur in misura modesta, consentono di deviare, assorbire, riflettere e rifrangere il rumore.

Esse sono costituite da uno o più filari di arbusti e/o alberi, preferibilmente della famiglia dei sempreverdi, impiantati ad una distanza tale da consentire una regolare crescita delle stesse.

Altri tipi di intervento

Gli altri tipi di intervento adottabili per la formazione di barriere antirumore sono descritti ai punti seguenti.

Pavimentazioni antirumore

Le pavimentazioni antirumore sono classificate secondo le seguenti tipologie:

- microtappeti realizzati con conglomerati bituminosi aventi granulometria fine o molto fine ed inerti porosi, oppure tramite trattamenti superficiali a base di resina epossidica;
- rivestimenti con conglomerati bituminosi drenanti, di spessore sottile (da 3 a 8 cm) e porosità variabile costituiti da una miscela di pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato;
- rivestimenti con conglomerati bituminosi drenanti o conglomerati di calcestruzzo poroso, di spessore medio-alto (da 15 a 50 cm) e porosità crescente dal basso verso l'alto;
- pavimentazioni eufoniche costituite da uno strato di conglomerato bituminoso drenante di spessore 4÷6 cm posto al di sopra di una piastra continua in conglomerato di cemento armato comprendente elementi idonei a migliorare l'assorbimento alle basse frequenze.

Le caratteristiche di assorbimento acustico delle pavimentazioni ad effetto antirumore potranno essere verificate con i seguenti metodi:

- in laboratorio applicando il metodo ad onde stazionarie (attrezzatura denominata *tubo di Kundt*) in condizioni di incidenza normale su carote di 10 cm di diametro, prelevate *in situ* dopo il 15° giorno dalla stesa del conglomerato
- *in situ* applicando il metodo dell'impulso riflesso (norme ISO 11819-1 e 2, ISO 13472-1 e 2 per misure *in situ*) con una incidenza radente di 30°.

Giunti silenziosi

Si definiscono giunti silenziosi i giunti che generano incrementi del livello sonoro equivalente, rispetto ai tratti adiacenti, inferiori ai seguenti valori:

Tabella 16.14

Giunti a piccola escursione (< 50 mm)		Giunti a grande escursione (> 50 mm)	
Tipo di veicolo	dB(A)	Tipo di veicolo	dB(A)
Leggero	1,5	Leggero	2,5
Pesante	2,0	Pesante	3,0

129

Rivestimenti fonoassorbenti in galleria

L'intervento consiste nella posa di pannelli prefabbricati in calcestruzzo con spessore di 10 ÷ 20 cm.

Nella parte superiore i pannelli saranno opportunamente sagomati, in modo da poter ottenere l'alloggiamento per il corpo illuminante ed una piccola plancia per l'appoggio dei cavi di alimentazione delle lampade stesse e di tutte le apparecchiature elettriche necessarie.

La superficie in vista del pannello dovrà essere finita a calcestruzzo canettato colore naturale, risultante dal getto su matrice in gomma.

L'appoggio del pannello sarà costituito da un cordolo guida in calcestruzzo prefabbricato, da posarsi sul letto di compensazione in malta di cemento ed ancorato alla sottostante struttura della sede viaria o del marciapiede mediante la posa di spinotti in acciaio, inghisati con malta antiritiro.

Gli ancoraggi alla parete strutturale della galleria saranno ottenuti con accessori metallici in acciaio inox posti nella parte superiore, costituiti da profili, staffe, barre tirafondo, dadi, rondelle antisvitamento, etc. in parte gettati nel prefabbricato ed in parte ancorati alle strutture della galleria mediante uso di malte antiritiro e di resine epossidiche.

Schermi totali con grigliati acustici

Si definiscono schermi totali le coperture a cielo aperto con griglia a deflettori (*baffles*), in grado di garantire riduzioni di rumore anche ai piani alti degli edifici, consentendo al tempo stesso una buona illuminazione ed areazione dell'infrastruttura.

Lo schermo è costituito da una struttura di supporto principale alla quale sono fissati i pannelli deflettori.

Provvedimenti eccezionali sui locali ricevitori

Qualora non si raggiungano i limiti prefissati con l'adozione di tutti i possibili interventi di cui sopra, potranno essere eccezionalmente adottati provvedimenti di protezione acustica nei singoli locali all'interno delle abitazioni, ricorrendo per esempio a finestre antirumore autoventilate, ad intonaci, cavità o oggetti fonoassorbenti etc.

Tali provvedimenti dovranno essere giustificati e motivati con apposita relazione tecnica in cui risulti comprovata da calcoli e da riscontri la compatibilità con normative potenzialmente antagoniste, tra le quali in particolare la Legge n. 46/1990, la Legge n. 10/1991, il D.P.R. 412/1993, le norme UNI-CTI 10339/95 e loro successivi aggiornamenti ed estensioni.

Caratteristiche costruttive e modalità di installazione

Le caratteristiche costruttive delle barriere antirumore sono descritte ai punti seguenti.

Barriere artificiali

I materiali costituenti le barriere artificiali devono essere forniti nei colori previsti in progetto.

Fra i montanti e i pannelli e tra pannello e pannello devono essere previste guarnizioni acusticamente ermetiche da descrivere negli elaborati di progetto mentre tra pannelli e fondazioni in calcestruzzo devono essere previsti elementi sigillanti.

Tutta la barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua.

In particolare per i pannelli composti l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli e non ristagnare sia fra pannello e pannello sia tra pannello inferiore della parete e superficie di appoggio.

Le soluzioni costruttive devono consentire la rimozione senza che occorra la demolizione della relativa fondazione.

I getti di bloccaggio dovranno essere effettuati con idonee malte cementizie di tipo reoplastico.

Il materiale fonoassorbente deve essere assicurato in modo tale da evitarne spostamenti e piegature e deve essere protetto in modo che non possa impregnarsi d'acqua e non possa essere facilmente danneggiato.

Dovranno essere previsti dispositivi atti a impedire l'asportazione dei pannelli.

Installazione su ponti e viadotti

Nella zona di giunto dei ponti e viadotti dovrà essere prevista una doppia parete su due lati degli elementi affiancati, ravvicinati il più possibile, ma sempre in modo da permettere le libere dilatazioni dell'opera d'arte.

Le due pareti dovranno avere una sovrapposizione pari all'escursione massima del giunto, maggiorata di almeno 50 cm, e dovranno essere vincolate alle strutture, in modo che non sia impedito il movimento di dilatazione del ponte o del viadotto.

Nel caso di insonorizzazione di ponti metallici, la struttura portante dei pannelli dovrà preferibilmente essere distinta da quella delle travate metalliche e intorno ad esse e ai relativi apparecchi d'appoggio dovrà essere lasciato spazio sufficiente per l'effettuazione delle ispezioni e degli interventi di manutenzione.

Per dilatazioni inferiori a 5 cm, si disporrà un giunto in neoprene tra i due montanti della barriera o un idoneo sistema atto a consentire la libera dilatazione del manufatto.

Installazione su rilevati e trincee

I vincoli obbligatori quali: interasse dei montanti, tipologia di fondazione, pannelli e parti speciali, saranno indicati sui disegni tipologici.

Protezione catodica

I montanti metallici vanno ancorati al basamento di calcestruzzo, proteggendone la parte immersa e, per almeno 10 cm, anche la parte che fuoriesce dal basamento, mediante un opportuno mezzo isolante in modo da ostacolare il passaggio di correnti vaganti tra terra e barriera.

I singoli pannelli ed i montanti metallici devono essere collegati attraverso un cavo in rame di opportune dimensioni che corre lungo tutta la barriera.

Per le modalità di messa a terra e per il dimensionamento del suddetto cavo si dovrà fare riferimento alla norma CEI 9.6 vigente.

Se la barriera viene posta in opera su un viadotto in c.a. la continuità metallica sia della barriera che del cavo in rame deve essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle travate del viadotto ed il cavo dovrà essere collegato elettricamente all'armatura metallica del cemento armato in un solo punto per ogni travata.

Resistenza al fuoco

Tutte le barriere devono garantire il seguente grado di resistenza al fuoco secondo la circolare n. 91 del Ministero dell'Interno e il D.M. 30/11/83:

Esigenza minima: classe REI 30.

Biomuri

Esecuzione e preparazione del piano di fondazione

Il piano di fondazione sarà di norma realizzato in conglomerato cementizio avente $R'_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$ e dovrà essere livellato per un

più agevole posizionamento delle basi di appoggio degli elementi modulari.

Posa in opera degli elementi modulari

Per realizzare in elevazione il muro cellulare, inizialmente occorrerà mettere in opera perfettamente in piano le basi di appoggio, quindi si procederà al montaggio sistematico degli elementi modulari, incastrandoli tra loro sia longitudinalmente, sia trasversalmente, sfruttando gli appositi alloggiamenti presenti sugli elementi stessi: si otterrà così la caratteristica forma reticolare.

131

Stesa dei materiali di riempimento

Una volta eseguita la struttura in elevazione occorrerà procedere al riempimento del reticolo così montato, stendendo il materiale di riempimento parallelamente al paramento esterno ed a strati di spessore costante in modo da agevolare la successiva compattazione qualora il riempimento della struttura a reticolo venga eseguito con materiale terroso reperibile in loco.

Lo spessore dello strato, allo stato sciolto, sarà stabilito di volta in volta dal Direttore dei Lavori o da quanto riportato nei disegni di progetto, in ragione delle caratteristiche dei materiali e delle modalità di compattazione.

Per tale operazione dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione del Direttore dei Lavori il tipo, le caratteristiche ed il numero dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza).

Per il modesto sviluppo planimetrico dei manufatti e per l'esiguità degli spazi disponibili si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti e costipatori vibranti azionati a mano.

Ogni strato verrà messo in opera con un grado di compattazione pari al 90% del valore fornito dalla prova Proctor modificato (ASTM D1557).

Art. 17 - Reti idrauliche

Caditoie

Si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superficie scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, dotate di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto griglia o coperchio, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono: a griglia; a bocca di lupo; a griglia e bocca di lupo; a fessura.

Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della UNI EN 124 – Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità – che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni;
- gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano;
- gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo;
- gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
- gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti;
- gruppo 6 (classe F 900) per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico.

La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla Direzione dei Lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m³ d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

Materiali

Il punto 6.1.1 della norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti in acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso, previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, previo accordo fra Direzione dei Lavori e Appaltatore.

La citata norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della Direzione dei Lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della UNI EN 124.

Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme DIN 4281, pari ad almeno 45 N/mm², nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm² nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm².

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

Marcatura

Secondo il punto 9 della UNI EN 124, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI;
- la classe o le classi corrispondenti;
- il nome e/o la sigla del produttore;
- marchio dell'eventuale ente di certificazione;
- eventuali indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della UNI EN 124
- eventuali indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della UNI EN 124.
-

Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della UNI EN 124.

Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

Profondità di incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

Sedi

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la Direzione dei Lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

Protezione spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della UNI EN 124.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

Fessure

Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della UNI EN 124, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

Cestelli e secchi scarificatori

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura.

Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Nel caso di riempimento del cestello dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi da D 400 a F 900 dovrà essere piana con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

Dispositivi di chiusura e di coronamento

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cestini per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m³ di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m³ d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato.

Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati.

Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa.

A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di congruimento dello spessore occorrente.

Camerette d'ispezione

Le camerette di ispezione devono essere localizzate come previsto dal progetto esecutivo ed in generale in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza: in particolare devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

Caratteristiche costruttive

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici ed a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.

I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 1,00 m. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 0,6 m.

Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124.

Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.

La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.

I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati).

Gradini d'accesso

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al cammino d'accesso.

La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio.

Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata.

In particolare, le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice) questi devono essere conformi alle norme DIN 19555 ed avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere ad un carico pari a tre volte il peso di un uomo e

dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.

Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme: tipo corto, DIN 1211 B; tipo medio, DIN 1211 A; tipo lungo, DIN 1212.

In tutti i casi i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

Pozzetti prefabbricati

136

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in c.a., PRFV, ghisa, PVC, PEad, etc.

Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiuso; da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante.

Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma DIN 4034.

Pozzetti realizzati in opera

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.

Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi.

Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento R = 325 dosato a 200 kg per m³ di impasto per il fondo e a 300 kg per m³ per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo R = 425 nel tenore di 300 kg per m³.

In tal caso sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.

La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; in presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati.

Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati.

I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

L'eventuale soletta in c.a. di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

Collegamento del pozzetto alla rete

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto; a tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a banchiera o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica.

A tal fine i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)

I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2-4 m; per dislivelli superiori sarà opportuno

verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.

Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutto quando la corrente risulti molto veloce.

Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto per attenuare eventuali fenomeni di macroturbolenza conseguendo dissipazione di energia.

Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)

Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricche di solidi sedimentabili, devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con l'obiettivo di produrre, ad intervalli regolari, una portata con elevata velocità, eliminando così le eventuali sedimentazioni e possibili ostruzioni.

I pozzetti di lavaggio debbono essere ispezionabili con le caratteristiche di accesso e chiusura di cui al punto 71.3.1.

Con riferimento alla C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974, per le acque nere la velocità relativa alle portate medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s.

Quando ciò non si potesse realizzare devono essere interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio.

La velocità relativa alle portate di punta non dovrà di norma essere superiore ai 4 m/s.

Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma superare i 5 m/s.

A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

Tubazioni in calcestruzzo armato vibro-compresso

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche: $R_{ck} \geq 25$ MPa;

- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiacati; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento.

Tubazioni in PVC rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in polidloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2 SDR 51, SN4 SDR 41 e SN8 SDR 34, secondo la norma UNI 1401-1.

Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione dei Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

Pozzetti e chiusini

I pozzetti e chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

I chiusini dovranno essere conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

Canalette

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40% spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

Canalette ad embrici

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq$ ___ MPa, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera, l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro minimo di ___ mm e lunghezza non inferiore a ___ cm, infissi nel terreno per almeno ___ cm, in modo che sporgano almeno ___ cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione dei Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione dei Lavori.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno

noti i risultati positivi delle prove.

Cunicoli

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m², potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata; compresi gli oneri per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.

Nella esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie; il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche; l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiera metalliche; l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiatura meccaniche ed in genere qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

139

Rivestimenti per cunette e fossi di guardia

Elementi prefabbricati in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo Fe B 38k, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 kg/m².

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

Conglomerato cementizio gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio di tipo II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

Muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m³ di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

Cordonature

Le cordonature dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto esecutivo.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice,

avranno sezione trapezoidale con basi di e cm ed altezza media dicm, oppure con basi die cm ed altezza media di cm.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m³ di sabbia.

140

Collaudo delle condotte

Scopo del collaudo (ad aria o ad acqua) è quello di verificare l'efficienza e la funzionalità idraulica di un collettore posato in opera.

In particolare, si dovrà verificare:

- la deformazione diametrale
- la perfetta tenuta idraulica della tubazione.

A discrezione della direzione lavori possono essere effettuate con il progredire dei lavori (visive su giunti scoperti).

I riferimenti normativi sono:

D. M. 12.12.1985: "Norme relative alle tubazioni: progettazione, esecuzione e collaudo".

Passaggio fondamentale del decreto è il seguente: "il progetto dimostri l'affidabilità dell'opera progettuale, che riguarda il grado di sicurezza statica, di resistenza alla corrosione, di conservazione delle caratteristiche idrauliche, di integrità delle tenuta e di continuità nel servizio".

NORMATIVA EN 1610: indica i requisiti per la costruzione e il collaudo di connessioni di scarico e collettori fognari.

La deformazione diametrale deve essere inferiore ai valori riportati nella tabella precedente, valori consigliati dalla ISO/TR7073.

La verifica delle deformazioni può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono) o mediante strumenti ottici (telecamere).

Nei casi in cui si presentano dei valori di deformazione superiori a quanto sopra stabilito, si raccomanda di ricercare l'eventuale causa.

Essa potrebbe essere dovuta ad un sovraccarico locale o ad un assestamento diseguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con una conseguente flessione longitudinale).

Nei suddetti casi, in cui si può dimostrare che la durata dell'installazione non è intaccata, tale deformazione, misurata due anni dopo l'installazione, non deve superare 1,25 volte le deformazioni massime precedentemente indicate.

La garanzia di tenuta idraulica di una condotta in tutte le sue parti (tubi, giunti, collegamenti con le camerette) è un importante fattore di sicurezza, in quanto, eventuali infiltrazioni di acqua possono determinare l'alterazione del regime idraulico del collettore, mentre fuoriuscite di liquame costituiscono un deleterio pericolo inquinante per l'ambiente.

Il Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici 12.12.85 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 14.3.86 n.61 impone, anche per le opere di fognatura, l'esecuzione di collaudi in opera a 0,5 bar per verificare sia la qualità dei materiali che la buona esecuzione dei lavori di posa in opera.

Il decreto indica di eseguire preferibilmente, quando le condizioni di scavo lo consentono, il collaudo idraulico a giunti scoperti in modo che essi possano essere ispezionati visivamente durante il collaudo.

Inoltre, esso deve essere condotto su tratti con una pendenza che non ecceda 0,5 metri circa.

La tubazione alle due estremità verrà chiusa con tappi a espansione o cuscinetti di tenuta e da una colonna piezometrica che consente di verificare il grado di riempimento e la pressione idraulica.

La tubazione dovrà essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

La prova deve essere eseguita secondo quanto descritto al punti 13 della norma UNIEN 1610 e può essere effettuata sia con acqua che con aria.

I passi da effettuare per condurre la prova sono i seguenti:

- 1) pulire l'imbocco del tubo a valle, quindi inserire la testata di prova gonfiandola fino alla pressione di 1,5 bar;
- 2) pulire l'imbocco del tubo a monte quindi inserire la testata cieca gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar;

3) predisporre, sui due cuscinetti, l'opportuno sistema di contrasto della spinta idraulica e collegare il tubo piezometrico alla testata di prova;

4) procedere al riempimento della tratta dal basso sino a superare di qualche centimetro il colmo della condotta per evitare la presenza di bolle d'aria nella condotta;

5) riempire la colonna piezometrica fino ad una altezza di 5 m (0,5 bar).

L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere conto la lunghezza e la pendenza del tratto in esame.

I consumi di acqua e di aria sono stabiliti dalla Norma ENI-ENV 1401-3.

La quantità di acqua (V) utilizzata per il rabbocco deve essere misurata e soddisfare:

- $V \leq 0,04 \text{ l/m}^2$ per le tubazioni in 30 minuti;
- $V \leq 0,05 \text{ l/m}^2$ per i pozzetti e le camere di ispezione in 30 minuti.

Nel caso si utilizzi aria, la caduta di pressione ammessa è di 5 mbar (0,5 kPa) con una pressione di prova di 100 mbar.

La durata della prova con aria sarà:

- 3 minuti per tubi con DN 400 mm;
- 0,01 DN minuti per tubi con DN ≥ 400 mm

Art. 18 - Opere di sistemazione a verde

Le scarpate in rilevato o in scavo ed in genere tutte le aree destinate a verde, dovranno essere rivestite con manto vegetale, appena ultimata la loro sistemazione superficiale, adottando specie caratterizzate da un potente apparato radicale e idoneo a formare una stabile copertura vegetale.

Eventuali erosioni, solcature, buche o altre imperfezioni dovranno essere riprese con idoneo terreno agrario, riprofilando le superfici, secondo le pendenze di progetto; dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.

Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

Carico, trasporto e accatastamento delle piante

Le piante, provenienti dai vivai o dalla campagna, dovranno essere caricate ordinatamente sui mezzi da trasporto, disponendo vicino le piante della stessa specie e dimensioni. Dovrà evitarsi l'essiccamento durante il trasporto utilizzando veicoli idonei.

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei Lavori la data di consegna delle piante in cantiere ai fini della loro verifica ed accettazione.

In cantiere le piante dovranno essere accatastate per un tempo massimo di giorni/ore avendo cura di evitare l'essiccazione ed il surriscaldamento, compensando le perdite di umidità verificatesi durante il trasporto.

Fornitura e sistemazione di terreno vegetale nelle aiuole

Il terreno vegetale dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche atte a garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee, arbustive o arboree.

Il terreno dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti che possano ostacolarne la lavorazione agronomica.

Dovrà provenire da scotico di terreno a destinazione agraria.

Qualora il prelievo venga fatto da terreni non coltivati, la profondità di prelevamento dovrà essere limitata allo strato esplorato dalle radici delle specie erbacee presenti ed in ogni caso non dovrà superare i 50 cm.

L'Impresa prima di effettuare il prelevamento e la fornitura della terra di coltivo, dovrà darne avviso alla Direzione dei Lavori, affinché possano venire prelevati, in contraddittorio, i campioni da inviare al Laboratorio Ufficiale, per le analisi di idoneità del materiale, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progettuali.

Terra da coltivo riportata

La terra da coltivo prima della messa in opera di piante dovrà essere accettata dalla Direzione dei Lavori, in merito ai seguenti valori:

- pH minore o uguale al 6
- calcare totale maggiore o uguale al 5%
- sostanze organiche minori di 1,5%
- azoto totale minore di 0,1%
- fosforo ammissibile minore di 30 ppm
- potassio assimilabile minore del 2%
- conducibilità idraulica minore di 0,5 cm x ora

- conducibilità Ece

La terra da coltivo dovrà essere priva di pietre, elementi di tronchi, rami, radici ed altri elementi che ne possano ostacolare la lavorazione agronomica durante la posa in opera.

Norme di riferimento:

- CNR – Guida alla descrizione del suolo, 1987;
- S.I.S.S. – Metodi normalizzati di analisi del suolo.

Substrati di coltivazione

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di foglie di faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati) dovranno essere forniti in confezioni sigillate, nelle quali è riportata la quantità, il tipo e le caratteristiche del contenuto. In assenza di tali informazioni, l'Appaltatore dovrà produrre alla Direzione dei Lavori prima della messa in opera i risultati delle analisi.

La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni riportate sulla confezione; l'Appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazioni sui seguenti parametri:

- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparenti riferita ad uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, etc.) deve essere autorizzata dalla Direzione dei Lavori.

Norme di riferimento:

- Legge 19 ottobre 1984, n. 748 - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti;
- CNR – Guida alla descrizione del suolo, 1987;
- S.I.S.S. – Metodi normalizzati di analisi del suolo.

Rivestimento delle scarpate

Il rivestimento di scarpate in rilevato ed in scavo dovrà essere eseguito mediante semina, rimboschimento o ricopertura con materiali idonei.

Dopo la regolarizzazione e l'eventuale riprofilatura, le scarpate in rilevato dovranno essere preparate per il rivestimento mediante idonea erpicatura.

In questa fase l'Impresa dovrà avere cura di portare a compimento tutte quelle opere che rappresentano il presidio e la salvaguardia delle scarpate.

Sulle scarpate in scavo, oltre alla regolarizzazione delle superfici, dovranno eventualmente essere predisposte buche in caso di rimboschimento con semenzali o impianti di talee.

Concimazioni

L'Impresa dovrà effettuare le necessarie analisi chimiche dei terreni per poter definire la concimazione di fondo.

E' facoltà della Direzione dei Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed inoltre per esigenze particolari, intervenire

sulla loro composizione, senza che l'Impresa possa chiedere alcun compenso.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura e miscelazione del letame con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei Lavori.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme.

Le modalità delle concimazioni di copertura saranno di competenza dell'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile.

I concimi usati per le concimazioni di fondo e di copertura, dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre eventuali controlli.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano per assicurare uniformità nella distribuzione.

Per le scarpate in scavo, eventualmente rivestite con semenzali o talee, la concimazione potrà essere localizzata.

Concimi organici

I concimi minerali ed organici dovranno essere rispondenti alle prescrizioni normative vigenti e nel rispetto delle prescrizioni contrattuali.

Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla Direzione dei Lavori, in base a specifiche analisi di laboratorio e specie della pianta da mettere a dimora.

Concimi organici:

- concimi organici azotati:

i concimi organici azotati debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarato, azoto organico, di origine animale oppure vegetale;

possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante di matrici organiche;

- concimi organici NP:

I concimi organici NP debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto organico e fosforo, di origine animale oppure vegetale.

Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

E' consentita, nei casi previsti, la dichiarazione dell'anidride fosforica totale quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte integrante di matrici organiche.

Concimi minerali semplici

Concimi minerali azotati semplici:

- debbono contenere, espressamente dichiarato, azoto in una o più forme e solubilità;
- possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo o di potassio.

Concimi minerali fosfatici semplici:

- debbono contenere, espressamente dichiarato, fosforo in una o più forme e solubilità;
- possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potassio.

Concimi minerali potassici semplici:

- debbono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità;
- possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosforo

Concimi minerali composti

Concimi minerali composti NP:

- debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e fosforo in una o più forme e solubilità;
- possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

Concimi minerali composti NK:

- debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e potassio in una o più forme e solubilità;
- possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo.

Concimi minerali composti PK:

- debbono contenere, espressamente dichiarati, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità;
- possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto.

Concimi minerali composti NPK:

- debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità;
- possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

Concimi minerali a base di elementi secondari

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno degli elementi secondari: calcio, magnesio, sodio e zolfo.

Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno o più microelementi: boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco.

Possono anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

Semine

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto al precedente paragrafo.

La concimazione dovrà essere effettuata in due fasi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta.

Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.

Nella tabella seguente è riportata la composizione di cinque miscugli da impiegare a seconda delle caratteristiche dei terreni e delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

Tabella 18.1. – Composizione di miscugli

Specie	Tipo di miscuglio				
	A	B	C	D	E
	kg di seme per ettaro				
Lolium Italicum	-	38	23	50	-
Lolium Perenne	-	38	23	50	-
Arrhenatherum Elatius	50	-	-	-	33
Dactylis Glomerata	5	42	23	20	-

Trisetum Plavescens	12	8	5	-	-
Festuca Pratensis	-	-	47	33	-
Festuca Rubra	17	12	15	10	-
Festuca Ovina	-	-	-	-	10
Festuca Heterophylla	-	-	-	-	15
Phleum Pratense	-	12	12	20	-
Alopecurus Fratensis	-	20	18	26	-
Cynosurus Cristatus	-	-	-	-	5
Poa Pratensis	5	38	30	7	3
Agrostis Alba	-	10	7	7	-
Antoxanthum odoratum	-	-	-	-	2
Bromus Erectus	-	-	-	-	25
Bromus Inermis	66	-	-	-	20
Trifolium Pratense	13	8	10	7	-
Trifolium Repens	-	12	7	-	-
Trifolium Hybridum	-	-	-	10	-
Medicago Lupulina	5	-	-	-	10
Onobrychis Sativa	-	-	-	-	67
Antillis Vulneraria	17	-	-	-	5
Lotus Corniculatus	10	-	3	10	5
Totale kg	200	200	200	200	200

Di seguito si riporta lo schema della compatibilità dei miscugli con i vari tipi di terreno:

Tabella 18.2. – Compatibilità di miscugli

Tipo di miscuglio	Caratteristiche dei terreni
Miscuglio A	Terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano
Miscuglio B	Terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili
Miscuglio C	Terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili
Miscuglio D	Terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi
Miscuglio E	Terreni di medio impasto, in clima caldo e secco

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione dei Lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

La semina dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco.

Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state opportunamente preparate, l'Impresa procederà al rivestimento mediante idrosemina impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, etc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.

I miscugli di seme da spandere, a seconda dei tipi di terreni da rivestire, dovranno essere impiegati nei quantitativi di, e kg/ha, in relazione alle prescrizioni che la Direzione dei Lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi inoltre di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme.

Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione in ragione di kg/ha.

Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere impiegati in alternativa kg/ha di fibre di cellulosa, oppure kg/ha di collante sintetico, oppure altri materiali variamente composti che, proposti dall'Impresa, dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione dei Lavori.

Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.

Anche per l'idrosemina l'Impresa è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare ed uniforme.

Semina di ginestra

Sulle superfici opportunamente preparate e concimate, l'Impresa procederà alla semina di ginestra eseguita in buche disposte a quinconce, equidistanti 20 cm su file a loro volta distanziate di 20 cm.

Il quantitativo di seme da impiegare dovrà essere di 50 kg/ha.

Il seme stesso dovrà essere bagnato prima della semina per favorirne la germinazione; inoltre, se nella zona non vi sono altri ginestreti, dovrà essere mescolato con terriccio proveniente da vecchi ginestreti, in ragione di almeno 500 kg/ha di terriccio, per favorire il diffondersi del microrganismo che ha vita simbiotica con la ginestra e che pertanto è necessario al suo sviluppo.

Rimboschimento con semenzali e impianto di talee

Sulle superfici opportunamente preparate e concimate, l'Impresa procederà all'impianto di semenzali o talee, secondo le previsioni di progetto, in ragione di cinque piantine per metro quadrato, disposte a quinconce su file parallele al ciglio strada.

L'Impresa è libera di effettuare l'impianto nel periodo che riterrà più opportuno tenuto conto naturalmente del tempo previsto per la ultimazione dei lavori, restando comunque a suo carico l'onere della sostituzione delle fallanze.

L'impianto potrà essere fatto a mano o a macchina, comunque in modo tale da poter garantire l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare e rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite o eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate.

Sarà inoltre cura dell'Impresa trattare l'apparato radicale con una miscela di terra argillosa e letame bovino, diluita in acqua.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto.

Le piantine o talee dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento.

Negli impianti di talee, queste dovranno risultare del diametro minimo di 1,5 cm, di taglio fresco ed allo stato verde e tale da garantire il ripollonamento.

Qualora i materiali non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra la Direzione dei Lavori ne ordinerà l'allontanamento dal cantiere.

Alberi

Gli alberi dovranno avere la parte aerea a portamento e forma regolare, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, a sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, in terreno troppo

irrigato o concimato.

Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche con l'ultima lavorazione alle radici, risalente a non più di tre anni secondo la seguente tabella.

Tabella 18.3. – Modalità di lavorazione

Foglia caduca	fino a circonferenza 12-15 cm	almeno 1 trapianto
	fino a circonferenza 20-25 cm	almeno 2 trapianti
	fino a circonferenza 30-35 cm	almeno 3 trapianti
Foglia caduca	fino ad altezza di 2,00-2,50 m	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 2,50-4,00 m	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 4,00-5,00 m	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
Sempre verdi	fino ad altezza di 2,50-4,00 m	almeno 2 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 5,00-6,00 m	almeno 3 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza

148

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, dovrà essere racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, *plan plast*, juta, rete metallica, fitocella).

Spostamento di piante

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto, dovranno preventivamente essere marcate sul posto.

Se non possono essere subito ripiantate, esse dovranno essere collocate in depositi provvisoriamente allestiti per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e in genere contro tutti i possibili agenti di deterioramento.

Tab. 18. 4 - Elenco delle piante da spostare

Esemplare	Genere	Specie	Varietà o cultivar	Forza	Osservazioni

Qualora non sia prevista a carico dell'Impresa la garanzia di attecchimento, per le piante spostate andranno adottate le seguenti prescrizioni:

- modalità di estrazione (preparazione dell'apparato radicale, confezione in zolle, etc.);
- condizioni di trasporto (eventuale obbligo di uso di particolari mezzi meccanici, etc.);
- località e modalità di accantonamento;
- modalità per la messa a dimora (concimazioni, tutori, piantagioni, etc.);
- modalità di manutenzione (frequenza e dose delle irrigazioni, utilizzazione di antitraspiranti, etc.).

L'Impresa ha l'onere della manutenzione delle piante messe a deposito.

Quando lo spostamento delle piante presenta il rischio di una cattiva ripresa dopo il trasferimento, l'Impresa dovrà interrompere le operazioni di spostamento e informarne il Direttore dei Lavori, affinché si possano prendere i necessari accorgimenti.

Trascorse quarantotto ore dal recepimento dell'avviso di interruzione al Direttore dei Lavori, gli spostamenti potranno essere ripresi.

Protezione delle piante esistenti da conservare

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno le piante da conservare dovranno essere protette con i dispositivi predisposti a cura dell'Impresa prima dell'inizio di altri lavori.

Questi dispositivi consisteranno in recinzioni e in corsetti di protezione. Salvo diverse motivate prescrizioni ed approvate dalla Direzione dei Lavori, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti almeno 2,00 m.

Le piante da conservare dovranno essere indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori, come indicato nella seguente tabella:

Tabella 18.5. – Modalità di protezione delle piante

Esemplare n.	Modalità particolari di protezione

Estrazione dal vivaio e controllo delle piante

L'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata.

L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente; le piante potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle.

Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucri di juta, paglia, teli di plastica o altro.

Prima della messa a dimora lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere e le piante scartate dovranno essere immediatamente allontanate.

Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve indicare, attraverso una iscrizione chiara ed indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche, vivaio di provenienza).

La verifica della conformità dell'esemplare alla specie ed alla varietà della pianta si effettuerà nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora delle piante dovranno essere prese le precauzioni necessarie per la loro conservazione e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo.

Prima della messa a dimore delle piante, l'Impresa Appaltatrice, qualora ordinato dalla Direzione dei Lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto né risultare interrato oltre il livello di colletto.

Durante la messa a dimora l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

Le buche dovranno essere riempite con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba ed opportunamente costipata.

La Direzione dei Lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo da non provocare danni per disidratazione.

Dopo il riempimento, attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o bacino, per consentire la ritenzione dell'acqua che deve

essere somministrata in quantità abbondante, per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

Periodo di messa a dimora

La messa a dimora non dovrà essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori, la messa a dimora degli alberi dovrà effettuarsi tenendo conto del clima, in funzione della regione e/o dell'altitudine.

Per le piante messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

Preparazione delle piante prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora, le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati; le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.

E' tuttavia bene conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora è tardiva.

Se si renderà necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

Preparazione delle buche e dei fossi per la messa a dimora delle piante

Le buche e i fossi per la messa a dimora di piante dovranno essere di dimensioni ampie ovvero in rapporto alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora, con una larghezza ed una profondità corrispondenti ad almeno 1,5 volte il diametro e rispettivamente l'altezza dell'apparato radicale della pianta o del pane.

I lavori per l'apertura di buche e fosse delle piante dovranno essere effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

I materiali provenienti dagli scavi non riutilizzabili, perché non ritenuti idonei, dovranno essere allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa e sostituiti con terra idonea.

Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato.

Salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori, buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

Messa a dimora delle piante

Prima dell'impianto, l'Impresa, dopo aver provveduto, ove necessario, alle opere idonee a garantire il regolare smaltimento delle acque, onde evitare ristagni, dovrà eseguire una lavorazione agraria del terreno consistente in un'aratura a profondità variabile da 50 cm a 100 cm, a seconda della situazione, e nell'epicatura ripetuta fino al completo sminuzzamento o, su superfici di limitata estensione, in una vangatura, avendo cura in ogni caso di eliminare sassi, pietre o materiali che possano impedire la corretta esecuzione dei lavori.

In occasione delle lavorazioni di preparazione del terreno e prima della messa a dimora delle piante la Direzione dei Lavori potrà disporre le analisi chimiche del terreno, in base alle quali indicherà la composizione e le proporzioni della concimazione di fondo da effettuarsi con la somministrazione di idonei concimi minerali e/o organici.

Nella messa a dimora dovranno adottarsi le seguenti cautele:

- i tutori saranno conficcati nella buca di piantagione prima della messa a dimora delle piante. In rapporto alla pianta, il tutore è posto in direzione opposta rispetto al vento dominante;
- il tutore dovrà affondare di almeno 30 cm oltre il fondo della buca;
- sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale;
- la pianta dovrà essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione;
- l'apparato radicale non dovrà essere compresso;
- la buca di piantagione dovrà poi essere colmata di terra fine.

La compattazione della terra dovrà essere eseguita con cura in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria;

La legatura più alta dovrà essere posta a circa 20 cm al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa a circa 100 cm dal suolo.

In queste misure occorre tenere conto del compattamento successivo del suolo.

La potatura di formazione, se prevista, dovrà essere effettuata conformemente alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

La terra dovrà essere sistemata al piede della pianta in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'Impresa effettua una prima irrigazione che fa parte dell'operazione di piantagione e non va quindi computata nelle operazioni di manutenzione.

Pali di sostegno, ancoraggi e legature

La Direzione dei Lavori dovrà verificare che gli alberi e gli arbusti messi a dimora risultino dotati di pali di sostegno, di diametro ed altezza in funzione delle piante.

I pali di sostegno o tutori dovranno essere dritti, scortecciati ed appuntiti nella parte di maggiore diametro.

La parte appuntita da collocarsi nel terreno dovrà essere trattata e resa imputrescibile per un'altezza di almeno 10 cm.

La Direzione dei Lavori potrà autorizzare l'impiego di pali in legno di produzione industriale, appositamente trattati allo scopo.

A discrezione della Direzione dei Lavori i pali potranno essere sostituiti con ancoraggi in funi d'acciaio dotati di tendifilo.

Le legature dovranno essere costituite da materiale elastico o corde di canapa; è vietato l'impiego di filo di ferro.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare di inserire tra tronco e tutore un apposito cuscinetto antifrizione, in modo da evitare eventuali danni alla corteccia.

Protezione delle piante messa a dimora

L'Impresa Appaltatrice per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di persone, animali, precipitazioni atmosferiche, etc.) delle piante messe a dimora, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, dovrà approntare le necessarie opere di protezione.

Salvaguardia della vegetazione esistente

L'Impresa Appaltatrice è tenuta alla salvaguardia (protezione apparato radicale, fusto, chioma, etc.) della vegetazione esistente, non interessata da lavori in appalto, da eventuali danneggiamenti (urti da parte dei mezzi meccanici e/o attrezzi pesanti, etc.), anche se le piante non sono state indicate nei disegni progettuali o opportunamente contrassegnate prima dell'esecuzione dei lavori.

La Direzione dei Lavori potrà fornire all'Appaltatore ulteriori comunicazioni in merito alle piante da salvaguardare.

Nel caso di danneggiamento di piante, l'Appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla direzione dei lavori perché siano adottati i provvedimenti adeguati.

Acqua per innaffiamento

L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

L'Appaltatore, a richiesta della Direzione dei Lavori, dovrà fornire le necessarie analisi sulla qualità dell'acqua.

Pulizia del piano viabile

Il piano viabile e la segnaletica stradale orizzontale, al termine di ogni operazione d'impianto o manutentoria, dovrà risultare assolutamente sgombro di rifiuti; la terra eventualmente presente dovrà essere asportata con spazzolatura e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di getti d'acqua.

Manutenzione colturali fino all'esecuzione del collaudo

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo definitivo dei lavori, l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese:

- la manutenzione degli impianti a verde curando in particolare lo sfalcio di tutte le superfici del corpo autostradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'erba abbia raggiunto l'altezza media di 35 cm,;
- l'annaffiamento di tutte le piante, rivestimenti di scarpate, etc.;
- il ripristino delle conche d'irrigazione qualora necessario;
- potatura;
- concimazione;
- falciature, diserbi e sarchiature;
- sistemazione delle parti danneggiate per erosione dovute a non corretta esecuzione.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere all'Impresa di effettuare lo sfalcio in dette aree anche a tratti discontinui e senza che questo possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'Impresa stessa.

L'erba sfalciata dovrà prontamente essere raccolta da parte dell'Impresa e trasportata fuori dalle pertinenze autostradali entro 24 ore dallo sfalcio.

La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la sua dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti di protezione.

Art. 19 - Segnaletica

Segnaletica verticale

Tutti i segnali verticali nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/ora.

153

Pellicole

Tutte le imprese di segnaletica stradale verticale devono attenersi alle seguenti prescrizioni.

- Disciplinare tecnico sulla modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. 31 marzo 1995;
- Certificazioni di qualità, rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45.000, sulla base delle norme europee della serie UNI EN 9.000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura.

Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della ditta partecipante, nonché con la data di rilascio della copia, non antecedente alla data della lettera di invito alla presente gara e da un numero di individuazione.

Le presenti norme contengono le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche, cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per poter essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale.

I certificati riguardanti le pellicole dovranno essere conformi esclusivamente al succitato disciplinare tecnico.

In particolari situazioni, al fine di implementare le condizioni di sicurezza sulla strada, si potranno richiedere pellicole con caratteristiche tecnologiche superiori ai minimi imposti dal disciplinare D.M. 31 marzo 1995 solo in un regime di sperimentazione autorizzata.

- Certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n. 652 del 17 giugno 1998 e n. 1344 del 11 marzo 1999.

Accertamento dei livelli di qualità

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

- Istituto elettrotecnico nazionale Galileo Ferraris - Torino;
- Istituto sperimentale delle Ferrovie dello Stato S.p.a. - Roma;
- Stazione sperimentale per le industrie degli oli e dei grassi - Milano;
- Centro sperimentale ANAS - Cesano (Roma);
- Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. del Ministero dei trasporti - Roma;
- Centro prova autoveicoli - Via Marco Ulpio Traiano, 40 Milano;
- Laboratorio prove e materiali della società autostrade - Fiano Romano;
- Istituto di ingegneria dell'Università di Genova;
- Laboratori ufficialmente riconosciuti di altri stati membri della comunità europea.

Altri laboratori in possesso delle necessarie capacità tecniche e di idonee attrezzature per le prove dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti che siano autorizzati dal Ministero dei lavori pubblici - Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale, anche valutando eventuali accreditamenti da parte di organismi riconosciuti nell'ambito della certificazione volontaria.

La certificazione dei livelli di qualità, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, deve essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove devono essere chiaramente e dettagliatamente specificate e deve essere dichiarato che le singole prove sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni.

Il certificato di conformità dovrà essere riferito, oltre alle pellicole retroriflettenti colorate in origine, alle stesse pellicole serigrafate in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada.

Il tipo di inchiostro utilizzato dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato.

Dalle certificazioni dovrà risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal presente disciplinare

tecnico ed il superamento delle prove tecnologiche in esso elencate.

Gli organismi preposti del ministero delle infrastrutture e trasporti hanno la facoltà di accertare in qualsiasi momento che le pellicole retroriflettenti corrispondano alle certificazioni di conformità presentate dal produttore delle pellicole.

Definizioni

Pellicola di classe 1

La pellicola di classe 1 deve avere risposta luminosa con durata di almeno 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella 25.II e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno in condizioni ambientali medie.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella 25.I.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

La pellicola di classe 2 deve avere alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella 25.III e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medie condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella 25.I.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

Pellicole stampate

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole.

I produttori dei segnali dovranno garantire la conformità della stampa serigrafica alle prescrizioni del produttore della pellicola retroriflettente.

I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e di classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche.

Pellicole di tipo A

Le pellicole di tipo A sono retroriflettenti termoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo e sottovuoto sui supporti per la segnaletica stradale.

Pellicole di tipo B

Le pellicole di tipo B sono retroriflettenti autoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano mediante pressione manuale ovvero con attrezzature idonee sui supporti per la segnaletica stradale.

Limite colorimetrico

Il limite colorimetrico è la linea (retta) nel diagramma di aromaticità (C.I.E. 45.15.200) che separa l'area di cromaticità consentita da quella non consentita.

Fattore di luminanza

Fattore di luminanza è il rapporto tra la luminanza della superficie e quella di un diffusore perfetto per riflessione illuminato nelle stesse condizioni (C.I.E. 45.20.200).

Coefficiente areico di intensità luminosa

Il coefficiente areico di intensità luminosa si ottiene dividendo l'intensità luminosa (I) del materiale retroriflettente nella direzione di osservazione per il prodotto dell'illuminamento (E_1) sulla superficie retroriflettente (misurato su un piano ortogonale alla direzione della luce incidente) e della sua area (A).

I

Simbolo: R' ; $R' = \frac{I}{E_1 A}$

(E1) x A

Unità di misura: cd / lux x m²

Angolo di divergenza

L'angolo di divergenza è l'angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la direzione secondo la quale si osserva la pellicola retroriflettente.

Angolo di illuminazione

L'angolo di illuminazione è l'angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la normale alla pellicola retroriflettente.

Caratteristiche colorimetriche, fotometriche e metodologie di misura

Coordinate tricromatiche e fattore di luminanza

Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nel segnalamento stradale devono rientrare nelle zone consentite nel diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto nella seguente tab. 33.I., ad eccezione del colore nero il cui valore costituisce un massimo.

Tabella. 19.I - Coordinate colorimetriche valide per le pellicole di classe 1 e 2.

COLORE	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite nel diagramma colorimetrico C.I.E. 1931 (illuminante normalizzato D65, geometria 45/0)				Fattore di luminanza minimo	
					PELLICOLE	
	1	2	3	4	CL.1	CL.2
BIANCO X	0,350	0,300	0,285	0,335	>=0,35	>=0,27
Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
GIALLO X	0,545	0,487	0,427	0,465	>=0,27	>=0,16
Y	0,454	0,423	0,483	0,534		
ROSSO X	0,690	0,595	0,569	0,655	>= 0,03	
Y	0,310	0,315	0,341	0,345		
VERDE X	0,007	0,248	0,177	0,026	>= 0,03	
Y	0,703	0,409	0,362	0,399		
BLU X	0,078	0,150	0,210	0,137	>= 0,01	
Y	0,171	0,220	0,160	0,038		
ARANC. X	0,610	0,535	0,506	0,570	>= 0,15	
Y	0,390	0,375	0,404	0,429		
MARRON.X	0,455	0,523	0,479	0,588	0,03<=B<= 0,09	
Y	0,397	0,429	0,373	0,394		
GRIGIO X	0,350	0,300	0,285	0,335	0,12<=B<=0,18	
Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
NERO X					<= 0,03	
Y						

Metodologia di prova

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza deve essere effettuata secondo quanto specificato nella pubblicazione C.I.E. n.15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il materiale si intende illuminato con luce diurna così come rappresentata dall'illuminante normalizzato D65 (C.I.E. 45.15.145) ad un angolo di 45 gradi rispetto alla normale alla superficie, mentre l'osservazione va effettuata nella direzione della normale (geometria 45/0).

La misura consiste nel rilievo del fattore di radianza spettrale nel campo 380:780 nm, da effettuare mediante uno spettrofotometro che consenta la geometria prescritta.

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove previste.

156

Coefficiente areico di intensità luminosa

Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tabella 25.II per le pellicole retroriflettenti di Classe 1, e nella tabella 25.III per le pellicole retroriflettenti di Classe 2.

Colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore:

Tabella. 19.II - Pellicole di Classe 1 a normale risposta luminosa

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITÀ LUMINOSA (cd.lux/-1 . m/-2)							
Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE	
5°		70	50	14,5	9	4	25	1,0	
12'	30°	30	22	6	3,5	1,7	10	0,3	
	40°	10	7	2	1,5	0,5	2,2	0,1	
5°		50	35	10	7	2	20	0,6	
20'	30°	24	16	4	3	1	8	0,2	
	40°	9	6	1,8	1,2	0,1	2,2	0,1	
5°		5	3	1,0	0,5	0,1	1,2	0,1	
2°	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	0,1	0,5	0,1	
	40°	1,5	1,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	

Tabella. 19.III - Pellicole di Classe 2 ad alta risposta luminosa

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITÀ LUMINOSA (cd.lux/-1 . m/-2)							
Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE	
5°		250	170	45	45	20	100	12	
12'	30°	150	100	25	25	11	60	8,5	
	40°	110	70	15	12	8	29	5	
5°		180	120	25	21	14	65	8	
20'	30°	100	70	14	12	8	40	5	
	40°	95	60	13	11	7	20	3	
5°		5	3	1,0	0,5	0,2	1,5	0,2	
2°	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	1,0	0,1	
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	1,0	0,1	

Per applicazioni di tipo sperimentale, nel caso di utilizzo di pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa grandangolare devono essere sempre rispettati i valori minimi indicati nella citata tabella 25.III.

Condizioni di prova

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n.54 con illuminante normalizzato A (2856K).

Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione $d/2$;
- la misura dell'illuminamento $E/1$ in corrispondenza del campione;
- la misura dell'illuminamento E_r su rivelatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione:

$$I = E_r^2 \cdot d$$

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle previste prove.

Caratteristiche tecnologiche e metodologiche di prova

Condizioni di prova

Le prove devono essere iniziate dopo un condizionamento minimo di 24 ore alla temperatura di 23 ± 2 gradi C e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa.

Le prove di resistenza devono essere effettuate su provini sigillati con un prodotto idoneo.

Spessore, incluso l'adesivo

Il valore dello spessore misurato deve essere riportato nel certificato di conformità.

Metodologia di prova

Un pezzo di pellicola retroriflettente, delle dimensioni di circa mm 150×150 , dal quale sia stato rimosso il foglio protettivo dell'adesivo, viene applicato su una lamiera di alluminio, il cui spessore è stato precedentemente misurato con un micrometro. Si effettuano quindi almeno 3 determinazioni in zone differenti dello spessore complessivo della lamiera e della pellicola, utilizzando lo stesso micrometro. La media delle differenze tra lo spessore complessivo e quello della sola lamiera rappresenta lo spessore medio della pellicola.

Adesività

Le pellicole retroriflettenti sia di tipo A sia di tipo B devono aderire perfettamente ai supporti su cui sono applicate e non dare segni di distacco almeno per il periodo di vita utile della pellicola.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio di circa 60×120 mm si applica, secondo le indicazioni della ditta produttrice della pellicola, un pezzo della pellicola retroriflettente, da sottoporre alla prova, di circa 20×40 mm.

Dopo aver condizionato i provini, si rimuovono circa 2 cm lineari di pellicola con l'aiuto di un bisturi o di una lametta.

Si tenta di rimuovere quindi i rimanenti 2 cm lineari di pellicola manualmente, senza l'aiuto di attrezzatura alcuna.

La prova si considera superata positivamente:

- se nonostante l'aiuto di un bisturi o di una lametta non risulta possibile la rimozione dei primi 2 cm lineari di pellicola;
- se la rimozione manuale senza aiuto di attrezzatura provoca la rottura, anche parziale, della pellicola.

Flessibilità

Al termine delle prove le pellicole retroriflettenti, sia di classe 1 che di classe 2, non devono mostrare fessurazioni superficiali o profonde.

Metodologie di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di $60 \times 120 \times 0,5$ mm si applica la pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova.

Trascorse 48 ore dall'applicazione, ogni pannello in 15 secondi viene impiegato a 90° su un mandrino del diametro di 10 mm per le pellicole di classe 1 e di 20 mm per le pellicole di classe 2; nella piegatura la superficie catadiottrica deve trovarsi all'esterno.

La prova si considera positiva se la pellicola non si rompe nella zona del piegamento per nessuno dei provini.

Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale

Al termine della prova di 1.000 ore per la pellicola di Classe 1 e di 2.200 ore per quella di Classe 2 (500 ore per il colore arancio), le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi).

Inoltre, le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I ed il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° e ad un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. 33. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. 33. III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio si applica un pezzo di pellicola avente dimensioni di 90 x 90 mm. Eventualmente possono anche essere utilizzate dimensioni diverse a seconda delle caratteristiche costruttive delle attrezzature di prova. L'area del pannello non deve però essere inferiore a 50 x 50 mm.

Dopo un condizionamento i provini debbono essere sottoposti ad invecchiamento artificiale, in conformità alla norma ASTM G 26 - 83.

Le modalità di prova sono le seguenti:

- metodo di prova "A":
 - esposizione continua alla luce ed esposizione intermittente a spruzzi di acqua;
- ciclo di prova:
 - 102 minuti di luce seguiti da 18 minuti di luce e spruzzi di acqua;
- sorgente luminosa:
 - lampada allo *xenon* da 6.500 W;
 - filtro interno ed esterno in vetro al borosilicato;
- irraggiamento sul campione:
 - controllato mediante regolazione della potenza della lampada a gradi per la simulazione della distribuzione spettrale relativa di energia della luce diurna lungo tutta la regione attinica;
 - temperatura massima in corrispondenza dei provini durante l'esposizione alla sola azione delle radiazioni: 63° +/- 5° (misurata mediante termometro a bulbo nero);
 - umidità relativa: 65+/-5%;
 - temperatura dell'acqua all'ingresso dell'apparecchio di spruzzo: 16° +/- 5° C.

Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Se la prova d'invecchiamento artificiale riguarda pellicole stampate serigraficamente, al termine della prova le zone stampate devono rispettare le prescrizioni previste con riferimento ai valori riportati nelle note 2 e 3 alle tabelle 33. II e 33. III.

Resistenza alla nebbia salina

Al termine della prova, le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacco), ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. 33. I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. 33. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. 33. III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di 90 x 120 mm si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di 90 x 120 mm.

Dopo un condizionamento, li si sottopone all'azione della nebbia salina, ottenuta da una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% (5 parti in peso di NaCl in 95 parti di acqua deionizzata), alla temperatura di 35 ± 2 gradi C.

La prova deve essere costituita da due cicli di 22 ore, separati da un intervallo di 2 ore a temperatura ambiente, durante il quale i provini si asciugano.

Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si deve controllare una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza all'impatto

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare segni di rottura o di distacco dal supporto.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di $150 \times 150 \times 0.5$ mm si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di 150×150 mm.

Dopo un condizionamento, i provini devono essere appoggiati sui bordi in modo da lasciare un'area libera di 100×100 mm.

Si sottopone il centro dei provini all'impatto di una biglia di acciaio del diametro non superiore a 51 mm e della massa di 540 g in caduta da un'altezza di 22 cm.

Resistenza al calore

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella 33.I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. 25.II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. 25.III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di 150×75 mm, si applica un pezzo di pellicola avente anch'esso le stesse dimensioni.

Dopo un condizionamento, li si sottopone in forno alla temperatura di $70^\circ \pm 3^\circ$ C per 24 ore.

Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza al freddo

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella 25.1; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella 25.II per le pellicole di classe I;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella 25.III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di 150×75 mm, si applica un pezzo di pellicola avente anch'esso le stesse dimensioni. Dopo un condizionamento li si sottopone in frigorifero alla temperatura di $-35 \pm 3^\circ$ C per 72 ore.

Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza ai carburanti

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella 25.II per le pellicole di classe I;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella 25.III per le pellicole di classe 2.

Metodologia di prova

Su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di 60 x 120 mm, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di 60 x 120 mm.

Dopo un condizionamento, i pannelli vengono immersi in una vaschetta di vetro contenente una miscela costituita per il 70% da isottano e per il 30% da toluene.

La prova ha durata di 1 minuto alla temperatura di 23° +/- 1° C.

Al termine, i provini vengono tolti dal liquido di prova; si lavano con acqua deionizzata, si asciugano con un panno morbido e se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza ai saponi ed ai detersivi neutri

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, fessurazioni, distacchi).

Metodologie di prova

La prova si esegue come indicato al punto 25.1.5.10.2, utilizzando però normali saponi e detersivi neutri disponibili in commercio.

Durata della prova: 1 ora alla temperatura di 23° +/- 1° C.

Caratteristiche del contrassegno di individuazione

Il contrassegno di individuazione deve essere integrato con la struttura interna della pellicola, deve essere inasportabile, non contraffattibile e deve rimanere visibile dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

Metodologie di prova

Verifica della inasportabilità

Un campione rappresentativo di pellicola, sia di classe 1 che di classe 2, di dimensioni tali da comprendere almeno un contrassegno, deve essere sottoposto ad abrasione, mediante un bisturi oppure un raschietto, fino all'asportazione parziale dello strato superficiale.

Dopo la prova, il contrassegno deve ancora permanere nella struttura interna della pellicola.

Verifica della non contraffattibilità e della struttura interna del campione

Un campione rappresentativo deve essere sezionato in corrispondenza del contrassegno ed esaminato al microscopio ottico.

Il contrassegno deve essere visibile nella struttura interna della pellicola ed integrato in essa.

Verifica della durata

Dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale, il contrassegno di individuazione deve rimanere ancora visibile.

Individuazione delle pellicole retroriflettenti

I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti, dovranno provvedere a renderle riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2.

Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE.

I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno.

Non potranno pertanto essere utilizzate per la costruzione di segnali stradali pellicole retroriflettenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio.

Le analisi e prove da eseguire sui materiali retroriflettenti, così come previste dal presente disciplinare, potranno avere luogo solo previo accertamento della presenza del marchio di individuazione e della sussistenza delle sue caratteristiche.

Caratteristiche dei sostegni, supporti ed altri materiali usati per la segnaletica stradale

I sostegni ed i supporti dei segnali stradali devono essere generalmente di metallo con le caratteristiche stabilite dalle norme vigenti. L'impiego di altri materiali deve essere approvato dal ministero competente.

I sostegni devono avere, nei casi di sezione circolare, un dispositivo inamovibile anti-rotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno.

La sezione del sostegno deve garantire la stabilità del segnale in condizione di sollecitazioni derivanti da fattori ambientali.

I sostegni e i supporti dei segnali stradali devono essere adeguatamente protetti contro la corrosione.

Ogni sostegno, ad eccezione delle strutture complesse e di quelle portanti lanterne semaforiche, deve portare di norma un solo segnale.

Quando è necessario segnalare più pericoli o prescrizioni nello stesso luogo, è tollerato l'abbinamento di due segnali del medesimo formato sullo stesso sostegno.

Supporti in lamiera

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta, dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5,00 m²) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie:

- rinforzo perimetrale:
ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento, realizzata a scatola, delle dimensioni non inferiori a 1,5 cm;
- traverse di rinforzo e di collegamento:
qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di 1,50 m², i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di 15 cm, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria;
- traverse di intelaiamento:
dove necessario, sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni, traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni;
tali traverse dovranno essere complete di staffe di attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di 50 x 23 mm, spessore di millimetri 5, e la lunghezza quella prescritta per i singoli cartelli;
la verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni;
la zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul controllo della zincatura;
- congiunzioni di diversi pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni:
qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da 20 x 20 mm, spessore 3 mm, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15, sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli;
- trattamento lamiere (preparazione del grezzo e verniciatura):
la lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfatizzata, mediante procedimento di bondrizzazione, al fine di ottenere sulle superfici della lamiera stessa uno strato di cristalli salini protettivi ancorati per la successiva verniciatura;
La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici;
il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo;
la cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi;
il resto e la scatolatura dei cartelli verranno rifiniti in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

Attacchi

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare di diametro 48 - 60 - 90 mm), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C", della lunghezza minima di 22 cm, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato, corredate di relativa bulloneria pure zincata.

Sostegni

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare di diametro 60 - 90 mm, chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme UNI 5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni, comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 kg/m.

Sostegni a portale

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavalletto saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo, con ritzi a sezione variabile ed a perimetro costante di dimensioni calcolate secondo l'impiego e la superficie di targhe da installare.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura.

I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritto, da bloccare alla contropiastra in acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo.

L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe è di 550 cm.

La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

Fondazioni e posa in opera

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di 30 x 30 x 50 cm di altezza in conglomerato cementizio dosato a quintali 2,5 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti, prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

Segnaletica complementare

Delineatori stradali

I segnalimiti o delineatori stradali debbono avere i requisiti stabiliti nell'art. 172 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992.

Tali dispositivi rifrangenti dovranno essere conformi alle norme vigenti.

I segnalimiti devono, inoltre, portare impresso in vicinanza del dispositivo rifrangente, l'anno di fabbricazione ed il marchio di fabbrica o il nominativo della ditta.

Nel caso in cui sia compresa nell'appalto anche la posa in opera, i segnalimiti devono essere distanziati, secondo quanto indicato al richiamato art. 172 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992.

I segnalimiti devono inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- manutenzione facile;
- trasporto agevole;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- non rappresentare un pericolo per gli utenti della strada.

Per quanto riguarda i dispositivi rifrangenti, si precisa che essi devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- caratteristiche ottiche stabili nel tempo;
- colore definito da norme unificate sulla base di coordinate tricromatiche;
- fissaggio stabile dell'inserito al supporto.

Forma - dimensioni – colori

Indipendentemente dalla natura del materiale con cui sono prodotti, i segnaimiti da collocare ai margini delle strade statali ed autostrade dovranno essere conformi alle disposizioni di cui agli artt. 172 e 173 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992.

Nel caso in cui il delineatore debba essere posto in opera, la sommità del medesimo dovrà risultare a 70 cm al di sopra della quota della banchina stradale.

Allo scopo di realizzare la flessibilità del delineatore, potranno essere adottati, nella sezione orizzontale in corrispondenza del piano della banchina, accorgimenti particolari consistenti o nella creazione di sezioni di minore resistenza ovvero nell'inserimento di particolari materiali nel corpo del delineatore.

In attesa della pubblicazione del progetto di normativa europea pr EN 12899-3 si applicano i requisiti che seguono.

Per i segnaimiti prodotti con materiali di natura plastica, si prescrive che le pareti del manufatto abbiano in ogni punto spessore inferiore a 2 mm, che il segnalimite sia costituito da polimero della migliore qualità e precisamente da polietilene ad alta intensità, di colore bianco, con un tenore di biossido di titanio (TiO₂) almeno del 2%.

I parametri caratteristici del polimero (polietilene ad alta densità), dovranno presentare valori compresi nei limiti seguenti:

- indice di fluidità (Melt Index): dovrà essere compreso tra 0,2 + 0,4;
- densità: 0,95;
- carico di rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "weather o meter" secondo le norme ASTM 4527 e D 1499 - 59T):
 - prima: 220 kg./cm².
 - dopo : deve raggiungere almeno l'85% del valore iniziale;
- allungamento a rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti come sopra):
 - prima: 35%
 - dopo : deve raggiungere almeno l'85% del valore della lunghezza iniziale;
- resistenza all'urto del polimero pigmentato:
 - prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza dell'urto, secondo le norme ISO - ASTM 256-56T deve raggiungere un minimo di 9 kg./cm²; dopo l'irradiazione, la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione.

I dispositivi riflettenti impiegati nei segnaimiti, dovranno essere prodotti con metacrilato di metile o analoghi materiali ed aventi le caratteristiche indicate dall'art.172 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992.

Prove ed accertamenti

Resistenza alla flessione

La prova consisterà nel sottoporre il segnalimite, tenuto incastrato in corrispondenza della sezione posta a 70 cm dalla sommità, in una flessione del piano verticale di simmetria (normale dell'asse stradale), fino ad ottenere una deviazione di 45 gradi rispetto alla posizione normale, mantenendo per 5' tale deviazione.

La temperatura di prova non dovrà essere superiore ai 25° C.

Il risultato della prova sarà considerato favorevole se, eliminato il carico che ha provocato la flessione, il segnalimite assumerà la sua posizione originaria senza alcuna traccia di deformazione residua.

Saranno considerati accettabili i segnaimiti che, assoggettati alla prova meccanica di cui al presente paragrafo, e alla temperatura di (5° + 1°), presenteranno una deviazione residua non superiore a 7°.

Resistenza agli agenti chimici (A.S.T.M. D.543)

La prova sarà effettuata secondo la procedura descritta nella norma A.S.T.M. D.543.

Le soluzioni aggressive impiegate per l'esecuzione della prova sono:

- cloruro di sodio al 20%;
- cloruro di calcio al 20%;
- idrossido di ammonio al 10%;
- acido cloridrico al 10%;
- acido solforico al 10%;

- olio minerale;
- benzina.

Caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale impiegato

Le caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale impiegato sono le seguenti:

- titolo del pigmento TiO₂;
- indice di fluidità del polimero pigmentato;
- densità del polimero pigmentato;
- carico di rottura del polimero pigmentato;
- allungamento a rottura del polimero pigmentato;
- resistenza all'urto del polimero pigmentato.

Caratteristiche dei dispositivi riflettenti

Il catadiottero immerso per cinque minuti in acqua calda a +80° e immediatamente dopo, per altri cinque minuti, in acqua fredda a +10°, dovrà risultare integro, a perfetta tenuta stagna da controllare mediante pesature di precisione.

Fissaggio

I catadiotteri devono essere fissati al delineatore con dispositivi e mezzi idonei ad impedirne l'asportazione.

Omologazione

I catadiotteri impiegati dovranno essere omologati e presentare impresso il relativo numero di omologazione in conformità all'art. 192 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992.

Coni h = 32,7 cm

I coni flessibili devono essere usati secondo le disposizioni previste per l'art. 34 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada.

Coerentemente con quanto previsto all'art. 79 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992, i coni devono essere visibili di giorno come di notte.

A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con fasce di colore bianco (oppure completamente riflettorizzati con fasce alterne bianche e rosse). La pellicola rifrangente deve essere esclusivamente di classe 2.

I coni sono realizzati in gomma di buona qualità e devono avere il corpo di colore rosso.

Sulla base di ogni cono è chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore.

Forma

L'altezza dei coni deve essere di norma di 32,7 +/- 2 cm con la stessa configurazione riportata alla figura II 396 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992 (preferibile base poligonale).

Devono avere una forma idonea tale da garantire, se impilati, di incastrarsi l'uno con l'altro senza danneggiare il materiale retroriflettente.

I coni devono avere un'adeguata base di appoggio per garantire la necessaria stabilità durante le normali condizioni d'uso.

Peso

Il peso dei coni, comprensivi della base, deve essere superiore a 3,0 kg.

Caratteristiche colorimetriche del corpo del cono superficie non retroriflettente

Quando sottoposto a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.51.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, il colore rosso del corpo deve essere conforme alla tabella 25.4.

Tabella 19.IV

COLORE	1		2		3		4		FATTORE
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	DI
									LUMIN.B
ROSSO	0,690	0,310	0,575	0,316	0,521	0,371	0,610	0,390	$\geq 0,11$

Superfici retroriflettenti

Quando sottoposti a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.15.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, i colori delle pellicole retroriflettenti, bianco oppure rosso serigrafato, devono essere conformi ai valori previsti nella tabella 1 del D.M. 31 marzo 1995.

Caratteristiche fotometriche

Secondo quanto previsto all'art.36 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992, le fasce di colore bianco (oppure il materiale retroriflettente a fasce alterne bianche e rosse) devono avere un coefficiente areico di intensità luminosa R' iniziale non inferiore ai valori minimi prescritti per i vari angoli di divergenza e di illuminazione nella tabella III del D.M. 31 marzo 1995.

Le misure sono eseguite in conformità alle procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.54 (1982), utilizzando l'illuminante normalizzato A.

Caratteristiche comportamentali del materiale retroriflettente

Il materiale retroriflettente che costituisce le fasce di colore bianco (oppure le fasce alternate bianche e rosse) supera le prove di resistenza previste ai paragrafi 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 del disciplinare tecnico del Ministero dei lavori pubblici, pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

L'adesione del materiale retroriflettente alla superficie del cono deve essere adeguatamente dimostrata. In particolare, dopo aver praticato un taglio verticale per tutta l'altezza della pellicola, quest'ultima non deve subire un distacco dalla base del cono superiore a 1 mm.

Caratteristiche comportamentali del cono finito

I coni flessibili devono essere stabili, resistenti alle cadute, resistenti agli impatti a basse temperature.

In attesa di prove specifiche definite, valgono le prove descritte ai paragrafi 7.4, 7.5, 7.6 del progetto di norma europea "Attrezzature stradali - Segnali stradali portatili - coni e cilindri", riferimento pr EN 13422 ottobre 1998.

In particolare, sono richiesti i seguenti requisiti:

- stabilità (rif. 7.4 del progetto di norma): dopo aver applicato una forza orizzontale pari a 6 N, il cono non deve subire alcun ribaltamento.
- resistenza all'impatto a basse temperature (rif. 7.5 del progetto di norma): raffreddato ad una temperatura di $-25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e colpito da una sfera di $0,9 \pm 0,045 \text{ kg.}$, il cono non deve subire alcun danneggiamento, quali fessurazioni della gomma e della pellicola. Dopo la prova, il cono deve ritornare nella sua forma originale.
- resistenza alla caduta (rif. 6.7 del progetto di norma): il cono, raffreddato a $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e lasciato cadere liberamente da un'altezza di $1.500 \pm 50 \text{ mm.}$, non deve subire alcuna rottura o deformazione permanente sia nel cono che negli inserti retroriflettenti.

L'Impresa, ai sensi del D.Lgs. n. 358/1992 e del D.P.R. n. 576/1994, deve presentare all'amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

Coni h = 50 cm

I coni flessibili devono essere usati secondo le disposizioni previste per l'art. 34 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992.

Coerentemente con quanto previsto all'art. 79 dello stesso Regolamento, i coni devono essere visibili di giorno come di notte.

A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con fasce di colore bianco oppure completamente riflettorizzati con fasce alterne bianche e rosse.

I coni dovranno essere realizzati in gomma di buona qualità e dovranno avere il corpo di colore rosso.

Sulla base di ogni cono sarà chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore ed il relativo numero di autorizzazione alla costruzione dei segnali rilasciato dal Ministero dei lavori pubblici.

Forma

L'altezza dei coni dovrà essere di norma di 50 +/- 2 cm. con la stessa configurazione riportata alla figura II 396 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992 (preferibile base poligonale).

Dovranno avere una forma idonea tale da garantire, se impilati, di incastrarsi l'uno con l'altro senza danneggiare il materiale retroriflettente.

I coni devono avere un'adeguata base di appoggio per garantire la necessaria stabilità durante le normali condizioni d'uso.

Peso

Il peso dei coni, comprensivi della base, dovrà essere superiore a 2,0 kg.

Per condizioni d'uso particolari dovrà essere previsto un peso totale superiore a 3,0 kg.

Caratteristiche colorimetriche corpo del cono superficie non riflettente

Quando sottoposto a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n. 51.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, il colore rosso del corpo dovrà essere conforme alla tabella 25.4.

Superfici retroriflettenti

Quando sottoposti a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.15.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, i colori delle pellicole retroriflettenti, bianco oppure rosso serigrafato, dovranno essere conformi ai valori previsti nella tabella 25.4 del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

Caratteristiche fotometriche

Secondo quanto previsto all'art.36 del Regolamento, le fasce di colore bianco (oppure il materiale retroriflettente a fasce alterne bianche e rosse) dovranno avere un coefficiente areico di intensità luminosa R' iniziale non inferiore ai valori minimi prescritti per i vari angoli di divergenza e di illuminazione nella tabella III del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

Le misure saranno eseguite in conformità alle procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n. 54 (1982), utilizzando l'illuminante normalizzato A.

Caratteristiche comportamentali del materiale retroriflettente

Il materiale retroriflettente che costituisce le fasce di colore bianco (oppure le fasce alternate bianche e rosse) dovrà superare le prove di resistenza previste ai paragrafi 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 del disciplinare tecnico del Ministero dei lavori pubblici pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

L'adesione del materiale retroriflettente alla superficie del cono dovrà essere adeguatamente dimostrata. In particolare, dopo aver praticato un taglio verticale per tutta l'altezza della pellicola, quest'ultima non dovrà subire un distacco dalla base del cono superiore a 1 mm.

Caratteristiche comportamentali del cono finito

I coni flessibili dovranno essere stabili, resistenti alle cadute, resistenti agli impatti a basse temperature.

In attesa di prove specifiche definite, valgono le prove descritte ai paragrafi 7.4, 7.5, 7.6 del progetto di norma europea "Attrezzature stradali - Segnali stradali portatili - coni e cilindri", riferimento pr EN 13422 ottobre 1998.

In particolare, sono richiesti i seguenti requisiti:

- stabilità (rif. 7.4 del progetto di norma): dopo aver applicato una forza orizzontale pari a 6 N, il cono non dovrà subire alcun ribaltamento.
- resistenza all'impatto a basse temperature (rif. 7.5 del progetto di norma): raffreddato ad una temperatura di $-25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e colpito da una sfera di $0,9 \pm 0,045 \text{ kg}$, il cono non dovrà subire alcun danneggiamento, quali fessurazioni della gomma e della pellicola. Dopo la prova, il cono dovrà ritornare nella sua forma originale.
- resistenza alla caduta (rif. 6.7 del progetto di norma): il cono, raffreddato a $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e lasciato cadere liberamente da un'altezza di $1500 \pm 50 \text{ mm}$, non deve subire alcuna rottura o deformazione permanente sia nel cono che negli inserti retroriflettenti.

L'Impresa, ai sensi del D.Lgs. n. 358/1992 e del D.P.R. n. 576/1994, deve presentare all'amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

Occhi di gatto

Dispositivi retroriflettenti integrativi dei segnali orizzontali in polycarbonato o speciali resine dotati di corpo e parte rifrangente dello stesso colore della segnaletica orizzontale di cui costituiscono rafforzamento.

Ai sensi dell'art. 153 del Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992, i dispositivi retroriflettenti integrativi quali gli occhi di gatto devono essere approvati dal Ministero dei lavori pubblici.

Copia di tale approvazione, unitamente agli altri certificati richiesti, dovrà essere presentata dall'Impresa concorrente.

Dimensioni del corpo: come previste dall' art. 153 del Regolamento approvato con D.P.R n. 495/1992.

Il suddetto dispositivo dovrà essere fissato al fondo stradale con idoneo adesivo secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi denominati "occhi di gatto" dovranno rispondere alla norma europea EN 1463-1; in particolare:

- per uso permanente (EN1463-1)
 - classificazione: tipo 3A
 - proprietà fotometriche: classe PRP1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 4 (tipo 3) per il colore bianco;
 - colore: classe NCR1, i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9;
 - colore dell'insero rifrangente => classe NCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9;
- per uso temporaneo (EN1463-1)
 - classificazione: tipo 3°;
 - proprietà fotometriche: classe PRT1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 6 (tipo 3) per il colore giallo e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per gli altri colorati;
 - colore del corpo => classe DCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 10.

Oltre ai certificati relativi alle proprietà fotometriche e al colore, comprovanti la rispondenza ai valori previsti nella norma EN1463-1, l'Impresa deve presentare:

- omologazione del Ministero competente per i tipi rispondenti alla classificazione sopra descritta;
- certificato relativo alle prove di impatto;
- certificato relativo alle prove di penetrazione dell'acqua;
- certificato relativo alla resistenza alla temperatura;
- certificato relativo alla resistenza alla compressione.

Dispositivo per la riflettorizzazione degli alberi

Il dispositivo in oggetto consente di riflettorizzare l'ingombro degli alberi presenti al bordo della strada in maniera permanente.

Per le strade a doppio senso di marcia, l'eventuale applicazione bifacciale del dispositivo riflettente deve prevedere i colori ROSSO e BIANCO, ovvero GIALLO sulle strade con senso unico di marcia.

Il sistema di fissaggio al fusto, realizzato esclusivamente tramite cinghie elastiche adattabili a misura, permetterà una totale compatibilità ambientale non interferendo con la crescita della pianta ovvero arrecando alcun tipo di danneggiamento.

Il dispositivo combina differenti mescole di gomma per assicurare la conformabilità del dispositivo e la elasticità necessaria al sistema di fissaggio.

Il supporto di forma rettangolare sarà dotato di fori in corrispondenza degli spigoli.

Il bloccaggio della cinghia elastica sarà garantito da apposite fascette in materiale plastico.

Caratteristiche tecniche e dimensionali dei componenti

Il supporto, con dimensioni 200 x 250 mm, dovrà essere realizzato in gomma naturale di spessore 3 mm, con durezza minima pari a 70 shore.

La cinghia elastica in gomma dovrà avere un diametro di 6 mm, dovrà essere realizzata in gomma a struttura cellulare chiusa, che dovrà resistere a temperature da -30 gradi C a +85 gradi C, con accorciamento/allungamento lineare inferiore al 5% dopo 22 ore ad una temperatura di 70 gradi.

Le fascette per il bloccaggio dovranno essere di tipo per esterni.

L'inserito rifrangente montato sul supporto in gomma, di dimensioni 148 x 198 mm sarà in classe 2 di cui al punto 3.2a (pellicole sperimentali).

La suddetta pellicola retroriflettente, oltre a rispondere alle specifiche riportate nel *Capitolato tecnico*, dovrà avere una resistenza all'abrasione ASTM 4060-84 con mole abrasiva e carico applicato di 500 g. $\leq 3,2$ mg ed una resistenza ad imbutitura dinamica (urto) ASTM D 2794 - 93 ≥ 85 kg/cm.

Segnaletica orizzontale in vernice

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, le linee di arresto, le zebraure scritte, etc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

Prove ed accertamenti

Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche dalla quale dovranno risultare: il peso per litro a 25° C, il tempo di essiccazione, la viscosità, la percentuale di pigmento, la percentuale di non volatile, il peso di cromato di piombo o del biossido di titanio, rispettivamente percentuale in peso delle sfere e percentuale di sfere rotonde, il tipo di solvente da usarsi per diluire e la quantità raccomandata per l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

I contenitori prescelti per la prova dovranno risultare ermeticamente chiusi e dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione.

Sull'etichetta si dovranno annotare i seguenti dati.

- descrizione;
- ditta produttrice;
- data di fabbricazione;
- numerosità e caratteristiche della partita;
- contrassegno;
- luogo del prelievo;
- data del prelievo;
- firme degli incaricati.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superanti le quali verrà rifiutata la vernice:

- viscosità: un intervallo di 5 unità Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche.
- peso per litro: 0,03 kg in più o in meno.

Nessuna tolleranza è invece ammessa per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

Caratteristiche delle vernici

La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione, così che dopo l'essiccamento e la successiva esposizione delle sfere di vetro, dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stesa sullo spartitraffico, svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Condizioni di stabilità

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta nè diventare gelatinosa o ispessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 m²/kg. (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a 1,50 kg per litro a 25° C (ASTM D 1473).

Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 determinato secondo il metodo indicato nella norma UNI 9394-89.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a pH 5-5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

- | | |
|--|---------------------|
| - setaccio A.S.T.M. | percentuale in peso |
| - perline passanti per il setaccio n.70 | : 100% |
| - perline passanti per il setaccio n.140 | : 15-55% |
| - perline passanti per il setaccio n.230 | : 0-10% |

Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta ad essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a chilogrammi 0,100 kg/ml di striscia larga 12 cm e di 1,00 kg per superfici variabili di 1,3 m² e 1,4 m².

In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15° C e 40° C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-40 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

Viscosità

La vernice, nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo *stormer viscosimeter* a 25° C espressa in umidità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562).

Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Committenza in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

Veicolo

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

Contenuto di pigmenti

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35% ed il 45% in peso (FTMS 141a-4021.1).

Contenuto di pigmenti nobili

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 12% in peso.

Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio *Skid Tester* ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 75% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 45.

Segnaletica orizzontale in termo-spruzzato plastico (*spray plastic*)

L'Impresa deve fornire un certificato emesso dal produttore con il nome ed il tipo del materiale da adoperare, la composizione chimica ed altri elementi che possono essere richiesti dalla Direzione dei Lavori.

La Direzione dei Lavori deve prelevare campioni di spruzzato termoplastico, prima e dopo la stesura, per farli sottoporre alle prove che riterrà opportune, presso laboratori ufficiali, onde controllare le caratteristiche in precedenza indicate e richieste; le spese relative saranno a carico dell'Impresa realizzatrice.

Composizione del materiale

Lo spruzzato termoplastico è costituito da una miscela di aggregati di colore chiaro, microsfere di vetro, pigmenti coloranti e sostanze inerti, legate insieme con resine sintetiche termoplastiche, plastificate con olio minerale.

La composizione del materiale, incluse le microsfere sovra-spruzzate, è - in peso - all'incirca la seguente:

Tabella 19.V

aggregati	40%
microsfere di vetro	20%
pigmenti e sostanze inerti	20%
legante (resine e olio)	20%

La proporzione dei vari ingredienti è tale che il prodotto finale, quando viene liquefatto, può essere spruzzato facilmente sulla superficie stradale realizzando una striscia uniforme di buona nitidezza.

Gli aggregati sono costituiti da sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari ritenuti idonei.

Le microsfere di vetro devono avere buona trasparenza - per almeno l'80% - ed essere regolari e prive di incrinature; il loro diametro deve essere compreso tra 0,2 mm e 0,8 mm (non più del 10% deve superare il setaccio di 420 micron).

Il pigmento colorante è costituito da biossido di titanio (color bianco) oppure da cromato di piombo (color giallo); il primo deve essere in percentuale non inferiore al 10% in peso rispetto al totale della miscela, mentre il secondo deve essere in

percentuale non inferiore al 5% e deve possedere una sufficiente stabilità di colore quando viene riscaldato a 200° C.

La sostanza inerte è costituita da carbonato di calcio ricavato dal gesso naturale.

Il contenuto totale dei pigmenti e della sostanza inerte deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

Il legante, costituito da resine sintetiche da idrocarburi, plastificate con olio minerale, non deve contenere più del 5% di sostanze acide.

Le resine impiegate dovranno essere di colore chiaro e non devono scurirsi eccessivamente se riscaldate per 16 ore alla temperatura di 150° C.

L'olio minerale usato come plastificante deve essere chiaro e con una viscosità di 0,5 + 35 poise a 25° C e non deve scurirsi eccessivamente se riscaldato per 16 ore alla temperatura di 150° C.

Il contenuto totale del legante deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

L'insieme degli aggregati, dei pigmenti e delle sostanze inerti, deve avere il seguente fuso granulometrico (analisi al setaccio):

Tabella 19.VI
Percentuale del passante in peso e quantità del prodotto impiegato

	min.	max
setaccio 3.200 micron	100	-
setaccio 1.200 micron	85	95
setaccio 300 micron	40	65
setaccio 75 micron	25	35

Il peso specifico dello spruzzato termoplastico a 20° C deve essere circa 2,0 g/cm³.

Lo spessore della pellicola di spruzzato termoplastico deve essere di norma di 1,5 mm, con il corrispondente impiego di circa 3.500 g/m² di prodotto.

La percentuale in peso delle microsfere di vetro rispetto allo spruzzato termoplastico non deve essere inferiore al 12%, cioè a circa 400 g/m².

In aggiunta a quanto sopra, in fase di stesura dello spruzzato termoplastico, sarà effettuata una operazione supplementare di perlatura a spruzzo sulla superficie della striscia ancora calda, in ragione di circa g/mq 300 di microsfere di vetro.

Il risultato del suddetto impiego di microsfere di vetro dovrà essere tale da garantire che il coefficiente di luminosità abbia un valore non inferiore a 75.

Caratteristiche chimico-fisiche dello spruzzato:

- punto di infiammabilità: superiore a 230° C;
- punto di rammollimento o di rinvenimento: superiore a 80° C;
- Peso specifico: a 20 gradi circa 2,0 g/cm³;
- antisdrucciolevolezza: (secondo le prove di aderenza con apparecchio SRT dell'Ente Federale della Circolazione Stradale Tedesca) valore minimo 50 unità SRT;
- resistenza alle escursioni termiche: da sotto 0° a + 80° C;
- resistenza della adesività: con qualsiasi condizione meteorologica (temperatura - 25° C + 70° C), sotto l'influenza dei gas di scarico ed alla combinazione dei sali con acqua - concentrazione fino al 5% - sotto l'azione di carichi su ruota fino ad otto tonnellate;
- tempo di essiccazione: (secondo le norme americane ASTM D711-55 punto 2.4) valore massimo 10";
- resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio, a forte concentrazione, per un periodo di 4 settimane;
- visibilità notturna: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi *Road Markings, Traffic Signs and Signals* - Art. 16.01 - *Traffic Paint and Road Markings* - punto 1 e 11/d) il valore minimo del coefficiente deve essere di 75; il coefficiente è uguale a 100 per il carbonato di magnesio in blocco;
- l) resistenza all'usura: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi suddette - punto 11/a) la perdita di peso del

campione dopo 200 giri delle ruote non deve eccedere 0,5 g;

- m) resistenza alla pressione ad alta temperatura: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi suddette – punto 11/b) dopo un'ora il peso di 100 g, dal diametro di 24 mm, non deve essere penetrato nel campione, ma aver lasciato soltanto una leggera impronta;
- n) resistenza all'urto a bassa temperatura: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi suddette – punto 11/c) dopo la prova d'urto il campione non deve rompersi, né incrinarsi, se portato alla temperatura di -1°C .

Sistema di applicazione

L'attrezzatura richiesta per effettuare la segnaletica orizzontale con spruzzato termoplastico è costituita da due autocarri, su uno dei quali viene effettuata la pre-fusione del materiale e sull'altro viene trasportata la macchina spruzzatrice, equipaggiata con un compressore capace di produrre un minimo di 2,00 m³ di aria al minuto alla pressione di 7 kg/cm².

Un minimo di due pistole spruzzatrici per il termoplastico e due per le microsfere da sovra-spruzzare devono essere disponibili ai bordi della macchina, in modo che strisce di larghezza compresa tra 10 cm e 30 cm possano essere ottenute con una passata unica e che due strisce continue parallele, oppure una continua ed una tratteggiata possano essere realizzate contemporaneamente.

Le due pistole per spruzzare il termoplastico devono essere scaldate in modo che la fuoriuscita del materiale avvenga alla giusta temperatura, onde ottenere una striscia netta, dritta senza incrostazioni o macchie.

Le due pistole per le microsfere dovranno essere sincronizzate in modo tale da poter spruzzare immediatamente, sopra la striscia di termoplastico ancora calda, la quantità di microsfere di vetro indicata nel presente articolo.

La macchina spruzzatrice deve essere fornita di un selezionatore automatico che consenta la realizzazione delle strisce tratteggiate senza pre-marcatura ed alla normale velocità di applicazione dello spruzzato termoplastico.

Lo spruzzato termoplastico sarà applicato alla temperatura di 200° C circa sul manto stradale asciutto ed accuratamente pulito anche da vecchia segnaletica orizzontale.

Lo spessore delle strisce e delle zebraature deve essere di norma di 1,5 mm, mentre lo spessore delle frecce e delle scritte deve essere di norma di 2,5 mm.

La Direzione dei Lavori potrà diminuire gli spessori indicati fino ai limiti qui appresso indicati:

- per le strisce, preferibilmente per la striscia gialla di margine, fino ad un minimo di 1,2 mm;
- per le zebraature fino ad un minimo di 1,2 mm;
- per le frecce e le scritte fino ad un minimo di 2,0 mm.

Segnaletica orizzontale permanente in materiali preformati retro-rifrangenti

La segnaletica orizzontale realizzata in preformato retro-rifrangente dovrà attenersi alla normativa di cui all'art.40 del D.Lgs n. 1992/285 e del suo Regolamento approvato con D.P.R. n. 495/1992, in particolare dall'art. 137 all'art. 155 come modificato dal D.P.R. n.610 del 16-9-1996.

Il materiale in oggetto dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli ad alto potere antisdrucchiolo e di microsfere in vetro "TIPO A" o in ceramica "TIPO B e C" (o equivalente) con caratteristiche in rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retroriflettente.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsfere, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con una speciale resina.

Il laminato elastoplastico autoadesivo potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazioni già esistenti mediante uno speciale *primer*, da applicare solamente sul manto d'asfalto.

Il laminato dovrà inoltre essere in grado di conformarsi perfettamente alla pavimentazione stradale attraverso l'azione del traffico, ed essere, dopo l'applicazione, immediatamente transitabile.

Il laminato potrà essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

Il materiale dovrà rispondere inoltre ai seguenti requisiti:

TIPO A (fasce di arresto, zebraature, scritte)

Antisdrucchiolo

Il valore iniziale, con materiale bagnato, è di almeno 45 SRT (*British Portable Skid Resistance Tester*).

Rifrangenza

I laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori minimi iniziali di retro-riflettenza R_L espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente ($\text{mcd/mq} \times \text{lux}$).

COLORE BIANCO

- angolo di osservazione di $4,5^\circ$;
- angolo di illuminazione di $3,5^\circ$;
- retro-riflettenza R_L di $300 \text{ mcd/mq} \times \text{lux}$.

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436, la quale prescrive per:

- angolo di osservazione di $2,29^\circ$;
- angolo di illuminazione di $1,24^\circ$.

TIPO B (strisce longitudinali)

Antisdrucchiolo

Il valore iniziale, con materiale bagnato, è di almeno 50 SRT (*British Portable Skid Resistance Tester*).

Rifrangenza

I laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori minimi iniziali di retro-riflettenza R_L espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente ($\text{mcd/mq} \times \text{lux}$).

COLORE BIANCO

- angolo di osservazione di $4,5^\circ$;
- angolo di illuminazione di $3,5^\circ$;
- retro-riflettenza R_L di $500 \text{ mcd/mq} \times \text{lux}$.

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436, la quale prescrive per:

- angolo di osservazione di $2,29^\circ$;
- angolo di illuminazione di $1,24^\circ$.

Per garantire una durata non inferiore a quella prevista dal presente *Capitolato*, le microsfere dovranno essere del tipo resistente alle sollecitazioni di corrosione, graffiatura e frantumazione (tipo ceramica), e dovranno avere un indice di rifrazione superiore a 1,7.

TIPO A e B

TIPO C (strisce longitudinali, scritte e frecce autostradali)

Il materiale in oggetto dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad alto potere antisdrucchiolo e di microsfere tipo ceramica ad alto indice di rifrazione con caratteristiche tali da conferire al laminato stesso un alto potere retroriflettente.

Il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo, in cui le microsfere tipo ceramica o equivalente e le particelle antisdrucchiolo risultano immerse in una resina poliuretanica di altissima resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco.

Il presente laminato deve essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

Il materiale dovrà rispondere inoltre ai seguenti requisiti:

Rifrangenza

I laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori minimi iniziali di retro-riflettenza R_L espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente ($\text{mcd/mq} \times \text{lux}$).

COLORE BIANCO

- angolo di osservazione di $4,5^\circ$;
- angolo di illuminazione di $3,5^\circ$;
- retro-riflettenza R_L di $700 \text{ mcd/mq} \times \text{lux}$.

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436, la quale prescrive per:

- angolo di osservazione di 2,29°;
- angolo di illuminazione di 1,24°.

La particolare configurazione del laminato e lo specifico posizionamento delle microsfere in ceramica o equivalente ad alto indice devono consentire al prodotto stesso un'ottima visibilità notturna anche in condizione di pioggia.

Le microsfere tipo ceramica ancorate alla resina poliuretanica dovranno avere un indice di rifrazione superiore ad 1,7.

Le microsfere in vetro presenti all'interno del prodotto dovranno avere un indice di rifrazione di 1,5.

Anti-scivolosità. Il valore minimo di anti-scivolosità dovrà essere di almeno 55 SRT (*British Portable SKid Resistance Tester*).

174

Garanzie sui preformati retro-rifrangenti

Ai sensi dell'art. 14 lettera E del D.Lgs n. 358/1992 così come espresso dal D.P.R. n. 573/1994 e della circolare Ministero LL.PP. 16 maggio 1997, n. 2353 per garantire le caratteristiche richieste dal presente *Capitolato*, dovrà essere presentato:

- certificato attestante che il preformato retro-rifrangente è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9.000 "TIPO A, B e C";
- certificato comprovante la presenza di microsfere tipo ceramica "TIPO B e C" (o equivalente);
- certificato comprovante il valore di rifrangenza "TIPO A, B e C";
- certificato comprovante il valore di anti-scivolosità "TIPO A, B e C".

Segnaletica orizzontale temporanea

Materiali preformati retro-rifrangenti

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucciolo e di microsfere ad alto indice di rifrazione, tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretanica, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsfere e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione.

Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti organici.

Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distruttibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante".

L'adesivo posto sul retro del preformato dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico.

Appena applicato, il laminato è immediatamente transitabile.

Il laminato oggetto della presente specifica dovrà avere i seguenti valori minimi iniziali di retro-riflettenza R_L , espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux):

- | | |
|---------------------|-------------------------------------|
| - retro-riflettenza | 600 mcd/lux x mq (geometria Ecolux) |
| - anti-scivolosità | 55 SRT |
| - spessore | 1,5 mm |

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436.

Per il suddetto materiale dovranno essere presentati certificati di anti-scivolosità, rifrangenza di cui al presente *Capitolato* attestanti che il prodotto elastoplastico è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9.000.

Art. 20 - Impianti elettrici

Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici

I materiali da impiegare devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791 - Attuazione della direttiva del consiglio della Comunità europea (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- D.M. del 15 dicembre 1978 - Designazione del comitato elettrotecnico italiano di normalizzazione elettrotecnica ed elettronica;
- D.M. 10 aprile 1984 - Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;
- Legge 17 aprile 1989, n. 150 - Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;
- Legge 5 marzo 1990, n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 - Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti;
- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;
- D.Lg. 25 novembre 1996, n. 626 - Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 - Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

Dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia ove queste, per detti materiali e apparecchi, risultassero pubblicate e corrispondere alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente (ENEC-03).

Ulteriori norme

- CEI 64-7 - Impianti elettrici di illuminazione pubblica.
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori. Norme generali;
- CEI 23-17 - Tubi protettivi pieghevoli auto-rinvenenti di materiale termoplastico autoestinguente;
- CEI 17-13/1 - Quadri elettrici;
- CEI 20-15 - Cavi isolati con gomma G1 con grado d'isolamento non superiore a 4 (per sistemi elettrici con tensione nominale sino a 1kV);
- CEI 20-19 - Cavi isolati con gomma con tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750V, fasc. 662;
- CEI 20-22 - Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-35 - Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale;
- CEI 20-37 - Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici;
- CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1 - tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV;
- CEI 23-8 - Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro ed accessori, fasc. 335;
- CEI 23-51- Quadri di uso domestico e similari;
- CEI 64-9 - Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare, fasc. 1020;
- CEI 34-2 - Apparecchi d'illuminazione, fasc. 1348;

Oneri specifici per l'Appaltatore

L'Appaltatore ha l'obbligo di fornire *depliant* e ove possibile

campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto per consentire la scelta al Direttore dei Lavori.

Per i corpi illuminanti l'Appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti ed allontanati dal cantiere.

Eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalate al Direttore dei Lavori.

Modalità di esecuzione degli impianti

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali.

In generale l'Appaltatore dovrà seguire le indicazioni del Direttore dei Lavori in caso di problemi di interpretazioni degli elaborati progettuali.

Al termine dell'esecuzione degli impianti, l'Appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità previsto dalla Legge n. 46/1990.

Cavidotti

I cavi interrati, secondo la norma CEI 11-17, art. 2.3.11, possono essere collocati nei seguenti modi:

- direttamente nel terreno;
- entro tubi;
- in condotti o cunicoli.

In tutti i casi i cavi dovranno essere muniti di guaina.

Posa direttamente nel terreno

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza.

Tale protezione non è richiesta per i cavi realizzati con armatura metallica costituita da fili di spessore di almeno 0,8 mm.

I cavi dovranno essere posti su letto di sabbia o terra vagliata per evitare danneggiamenti al cavo durante la posa in opera e il successivo riempimento.

Posa entro tubazione interrata

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza.

Con riferimento alla norma CEI 23-46, in caso di impiego di tubazioni resistenti ad azioni meccaniche da normali attrezzi da scavo non è richiesta una profondità minima di collocazione.

Posa in condotti o cunicoli interrati

In caso di condotti o cunicoli interrati non è richiesta alcuna profondità minima di collocazione.

Distanze di rispetto dei cavi interrati

Le distanze di rispetto dei cavi interrati da altri cavi, tubazioni e strutture metalliche di altri servizi devono rispettare particolari distanze minime.

Distanza da cavi di telecomunicazione

In presenza di intersezione con cavi di telecomunicazione direttamente interrati, secondo la norma CEI 11-17, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 30 cm, inoltre il cavo superiore dovrà essere protetto per almeno 100 cm.

La protezione, realizzata in tubo o canaletta in acciaio inossidabile o zincato, dovrà avere uno spessore di almeno 2 mm.

Per distanze inferiori a 30 cm dovrà essere realizzata la protezione anche per il tubo inferiore.

Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm.

Distanza da tubazioni metalliche

In presenza di intersezione con cavi di tubazioni metalliche direttamente interrati, secondo la norma CEI 11-17, dovrà

essere rispettata una distanza minima di almeno 50 cm.

Tale distanza potrà essere ridotta a 30 cm qualora il cavo venga interposto con un elemento separatore non metallico o altro materiale isolante.

Deve essere rispettata la distanza minima di 100 cm delle connessioni dall'intersezione tra le due tubazioni.

Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm. Il punto 4.3.02.b della CEI 11-17, adottando particolari accorgimenti, consente distanze inferiori.

Distanza da serbatoi contenente fluidi infiammabili

In presenza di serbatoi interrati contenente fluidi infiammabili i cavi direttamente interrati debbono distare almeno 10 cm dalle superfici esterne dei serbatoi.

Distanza da gasdotti

Per le distanze da gasdotti valgono le stesse considerazioni per le tubazioni metalliche.

Esecuzione di cavidotti lungo strade esistenti

L'esecuzione dei cavidotti lungo le strade esistenti dovrà essere eseguita con le seguenti modalità:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in conglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta;
- il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nei disegni progettuali;
- fornitura e posa, nel numero stabilito nel progetto, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di mm, peso g/m, per il passaggio dei cavi elettrici;
- le giunzioni fra tubi e il collegamento dei tubi con pozzetti saranno eseguite mediante idonee sigillature;
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno o a due impronte per tubi del diametro di 110 mm;
- detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,50 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dalla Direzione dei Lavori;
- particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo;
- le linee sotterranee in cavo dovranno essere poste almeno a 0,70 m dalla superficie del terreno e difese dalle varie eventuali sollecitazioni con adatte opere;
- le derivazioni dovranno essere eseguite all'interno di appositi pozzetti.

Segnalazione dello scavo nelle ore notturne

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma o a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare.

Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche.

Tutti i ripari (cavalletti, transenne, etc.) dovranno riportare il nome dell'Impresa Appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e recapito telefonico in caso di necessità.

Pozzetti

I pozzetti dovranno essere collocati in corrispondenza delle derivazioni, dei punti luminosi e dei cambi di direzione.

I chiusini dei pozzetti debbono essere di tipo carrabile quando sono realizzati lungo strade o passi carrai.

Raggi di curvatura

Il raggio minimo di curvatura dei cavi privi di rivestimento metallico dovrà essere non inferiore a 12 volte il diametro esterno del cavo.

Per i cavi con rivestimento metallico il raggio dovrà essere almeno 14 volte il diametro.

Pozzetti con chiusino in ghisa

Nell'esecuzione dei pozzetti dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento;
- conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno dei pozzetti, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 50 x 50 cm, peso ca. 90 kg, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati.

Pozzetto prefabbricato interrato

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile.

Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni progettuali.

Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di mm per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata;
- sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.

Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

Pali di sostegno

I pali di sostegno delle lampade per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40.

Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.

E' previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNR-UNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85.

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni progettuali.

In corrispondenza del punto di incastro del palo, nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

Per il fissaggio dei bracci o dei cordoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura.

Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo.

Il bloccaggio dei bracci o dei cordoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione.

Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX dei tipo X12 Cr13 secondo norma UNI 6900/71.

Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:

- un foro ad asola della dimensione 150 mm x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 mm x 75 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo.

La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare del Direttore dei Lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo norma CEI 70-1.

La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6 (1968).

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile, serie pesante, diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari".

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o cordoli zincati a caldo secondo norma UNI-EN 40/4 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nei disegni progettuali.

Linee per energia elettrica

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.

Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:

- cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm²:
cavo 1 x a UG5R-0,6/1 kV
- cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm²:
cavo 1 x a RG5R-0,6/i kV
- cavi bipolari della sezione di 2,5 mm²:
cavo 2 x 2,5 UG5OR-0,6/1 kV

Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma CEI 20-13 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ o equivalente.

Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato negli elaborati progettuali, salvo eventuali diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrato, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali.

In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mm².

I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mm².

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa.

Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva.

E' consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R - bianco fase 5 - verde fase T - blu chiaro neutro).

I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante (vedi art. 27).

Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II, tipo SGVP collocata nell'alloggiamento di cui all'art. 26 con transito nella medesima dei cavi unipari di dorsale.

La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocato nell'asola di un palo secondo indicazione del Direttore dei Lavori.

Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole tipo o similare. Dette muffole dovranno essere posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica ~ 10 kV/mm; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione

Grado di protezione

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

- apparecchi per illuminazione stradale "aperti" (senza coppa o rifrattore)
 - vano ottico = IP X 3
 - vano ausiliari = IP23
 - "chiusi" (con coppa o rifrattore)
 - vano ottico = IP54
 - vano ausiliari = IP23
- proiettori su torri faro o parete (verso il basso) IP65
- proiettori sommersi = IP68

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme:

- CEI 34-21 fascicolo n. 1034(1987) e relative varianti
- CEI 34-30 fascicolo n. 773 (1986) e relative varianti "proiettori per illuminazione"
- CEI 34-33 fascicolo n. 803 (1986) e relative varianti "apparecchi per illuminazione stradale"

In ottemperanza alla norma CEI 34-21, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati di lampade ed ausiliari elettrici rifasati.

Detti componenti dovranno essere conformi alle norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Prove

Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della norma CEI 34-24 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

- 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro;
- 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente;
- 10 V per le lampade da 250 W (tutti i due tipi);
- 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro;
- 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - marcatura della norma CEI 34-21.

Requisiti per la prevenzione dell'inquinamento luminoso

Gli apparecchi di illuminazione dovranno avere caratteristiche per la prevenzione dell'inquinamento luminoso mediante l'uso di lampade *full cut-off* con vetro piano e trasparente.

In particolare, i corpi illuminanti posti in opera dovranno avere un'emissione nell'emisfero superiore (cioè con $\gamma \geq 90^\circ$) non superiore allo 0% del flusso totale emesso.

Apparecchi di illuminazione con valori superiori di emissione verso l'alto sino al massimo del 3% del flusso luminoso totale emesso, potranno, previa preventiva autorizzazione ed a seguito di reali necessità impiantistiche, essere installati.

Documentazione tecnica

La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare su supporto cartaceo che sotto forma di file *standard*.

Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:

- temperatura ambiente durante la misurazione;
- tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
- norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- identificazione del laboratorio di misura;
- specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.

Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio (in genere l'inclinazione deve essere nulla, con vetro di protezione parallelo al terreno);
- diagramma di illuminamento orizzontale (curve *isolux*) riferite a 1.000 lumen;
- diagramma del fattore di utilizzazione;

- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e alla direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere di Classe II e pertanto si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

Torri-faro a piattaforma mobile

Requisiti meccanici della piattaforma mobile

Deve essere previsto un gruppo di sollevamento con riduttore azionato da un motore di potenza adeguata al carico totale della corona mobile, tenuto conto di una velocità di spostamento non inferiore a 0,05 m/s.

Conformemente agli artt. 173 e 174 del D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" il motore dovrà essere provvisto di freno elettromagnetico in grado di arrestare il movimento della corona in caso di improvvisa mancanza di forza motrice.

Inoltre, a garanzia di una maggiore sicurezza, il gruppo di riduzione dovrà essere costituito da un riduttore a vite senza fine-ruota elicoidale del tipo irreversibile.

L'accoppiamento tra riduttore e tamburo avvolgi-fune dovrà avvenire a mezzo di ruote dentate.

Il gruppo di sollevamento sarà comandato a distanza a mezzo di pulsantiera volante con connettore di continuità.

Il gruppo di sollevamento sarà completato di un opportuno quadro elettrico che dovrà contenere tutte le apparecchiature di manovra e di protezione necessarie al buon funzionamento del gruppo stesso.

Il gruppo di sollevamento ed il quadro elettrico dovranno essere incorporati all'interno dello stelo ed essere accessibili a mezzo di sportello con chiusura azionabile unicamente a mezzo di chiave speciale, oppure essere applicati su apposito carretto asportabile ed ancorabile allo stelo medesimo.

Il sistema di sollevamento dovrà essere del tipo a fune; in conseguenza, conformemente agli artt. 177 e 179 del D.P.R. n. 547/1955, già citato, le funi dovranno avere resistenza a rottura tale da garantire un coefficiente di sicurezza di almeno 6, se avvolte con un unico strato sul tamburo, e di almeno 10, se avvolte su più strati.

Le funi dovranno essere in acciaio ad elevata resistenza, zincate e ritrafilate, con anima metallica, a formazione "antigioco" e messe in opera previo opportuno ingrassamento.

Lo smontaggio per le verifiche periodiche dovrà poter essere effettuato in modo semplice e rapido.

Il fissaggio sul tamburo o alla corona dovrà avvenire tramite staffatura, sono da escludersi i sistemi a cavallotti che potrebbero creare tensioni anormali nei punti di serraggio.

La ditta installatrice dovrà esibire i certificati di prove a rottura delle funi rilasciati dal costruttore o da un Laboratorio Ufficiale.

La piattaforma mobile e la parte fissa dovranno avere forma tale da inserirsi armoniosamente nell'ambiente, presentare ridotta presa all'azione del vento ed essere resistenti all'azione ed all'aggressività degli agenti atmosferici.

Sono richieste strutture in alluminio anodizzato, prive di saldature e con la bulloneria di assemblaggio in acciaio inossidabile.

La piattaforma mobile dovrà disporre di attacchi per gli apparecchi di illuminazione e dovrà essere prevista l'aggiunta di ulteriori apparecchi fino al massimo carico consentito anche in tempi successivi al primo montaggio.

La piattaforma mobile dovrà essere in condizione di scendere anche in presenza di vento, neve e ghiaccio ed essere dotata quindi di dispositivi che evitino rotazioni, attorcigliamento di funi e di cavi elettrici, scarrucolamento, centraggio imperfetto.

I sostegni per torri-faro dovranno essere in acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado 8 o migliore, secondo norma CNR-UNI 7070/82 poligonali o tubolari saldati longitudinalmente e dovranno essere protetti da zincatura a caldo per immersione secondo norma CEI 7-6.

Per la facilità di trasporto potranno essere divisi in due o tre tronchi da unirsi a piè d'opera senza saldature.

Nella parte inferiore dovranno essere provvisti di adatta apertura per introduzione del sistema di sollevamento. I cavi elettrici dovranno essere protetti da opportuno tubo o canalina fissata all'interno dello stelo. L'Impresa installatrice dovrà presentare i calcoli di resistenza dello stelo in conformità ai D.M. 12-2-1982 (ex CNR-UNI 10012-67) ed alle norme CNR-UNI 10011-85, fornendo le caratteristiche di sollecitazione (sforzo normale, momento flettente, sforzo di taglio e momento torcente) nella sezione di incastro al basamento.

Requisiti elettrici ed ottici delle torri-faro

I proiettori dovranno essere del tipo asimmetrico oppure a doppia asimmetria e ad alto rendimento, dovranno altresì essere conformi alla norma CEI 34-21 del novembre 1987 e 34-30 del 1 luglio 1986.

Il grado di protezione interna minima dovrà essere pari ad IP 55 sia per il gruppo ottico che per gli alloggiamenti degli ausiliari elettrici

L'orientamento dei proiettori dovrà essere tale da produrre un'intensità massima nell'emisfero superiore (cioè con $\gamma \geq 90^\circ$) di 30 (trenta) cd/klm.

Ciò in genere si ottiene con inclinazione tale da rendere parallelo al terreno il vetro di protezione piano del proiettore.

I cavi elettrici dovranno essere del tipo multipolare flessibile in guaina antiabrasiva e della sezione adatta al carico massimo alimentabile.

Le torri-faro dovranno essere protette contro le scariche atmosferiche secondo la norma CEI 81.1 fascicolo 687.

Nel caso di impiego di proiettori di Classe I (nell'ipotesi che non siano disponibili apparecchi di Classe II) l'impianto elettrico dovrà essere dotato di protezione contro i contatti indiretti tramite la messa a terra di protezione e pertanto l'impianto di terra dovrà essere conforme alla norma CEI 64-8 del giugno 1987 oltre che alla già citata norma CEI 81-1.

La protezione dovrà avvenire tramite opportune apparecchiature di interruzione automatica del circuito coordinate con il suddetto impianto di terra secondo la norma CEI 64-8.

Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione

L'Appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progetto di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro del formato approssimativo di: larghezza 70-75 cm, altezza da terra 140-150 cm, profondità 30-40 cm con grado di protezione interna minimo IP 54 (CEI 70-1).

Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installata dall'ente distributore; la relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'ente medesimo.

Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in calcestruzzo prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'Appaltatore le opere murarie e di scavo per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'ente distributore.

Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento, e di protezione così come definite nello schema unifilare indicato nel disegno "particolari". L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura.

Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in Classe II, come il resto dell'impianto di illuminazione.

Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti norme CEI; in particolare i teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la norma CEI 17-3 fascicolo 252.

L'Appaltatore dovrà altresì provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un interruttore crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici con le seguenti caratteristiche: Classe di Isolamento II, grado IP 54, valore di intervento $10 + 2$ Lux, carico massimo alimentare 5A.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo norme CEI 64-8 fascicolo 1.000 ed. giugno/1987 capitolo VI sezioni 1 e 3.

Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del Direttore dei Lavori.

Impianto di terra - Dispersori

L'impianto non prevede la messa a terra degli apparecchi di illuminazione e delle altre parti metalliche, in quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (Classe II).

Qualora, per particolari esigenze, venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in Classe II, oppure sia necessario realizzare la protezione delle strutture contro i fulmini, occorre realizzare l'impianto di terra.

Gli apparecchi di illuminazione saranno collegati ad una terra di sezione adeguata, comunque non inferiore ai 16 mm², i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di tipo H07 V.

La linea dorsale sarà collegata al dispersore unico mediante conduttore isolato, della sezione minima di 16 mm² di tipo H07 V-R, protetto con tubazione nei tratti discendenti.

Tenendo conto che il dispersore sarà unico, sia per la protezione contro i fulmini che per la protezione contro i contatti indiretti, esso dovrà rispondere alle prescrizioni delle norme CEI 81-1/1 984, 64-8/1987 e 11-8/1989.

I dispersori saranno dei tipo a puntazza componibile, posati entro appositi pozzetti di ispezione di tipo carreggiabile, in resina rinforzata; tutti i dispersori dovranno essere collegati fra di loro.

Sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

PARTE B
Ulteriori specifiche tecniche

CAPO 1 – GENERALITA'

Art. 1.1 - Esecuzione delle opere, materiali e lavorazioni

1. L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutte le opere provvisorie miranti a garantire da possibili danni le opere appaltate e le proprietà adiacenti nonché la incolumità degli operai restando, in ogni caso, unico responsabile di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla poca solidità, dalla inadeguatezza o dalle imperfezioni delle suddette opere provvisorie e degli attrezzi adoperati, nonché dalla poca diligenza o deficiente sorveglianza dei lavori.
2. L'Appaltatore è contrattualmente responsabile della perfetta esecuzione delle opere secondo i tracciati ed i tipi di progetto con le eventuali modifiche disposte dal Committente per cui dovrà demolire e ricostruire a sue spese tutti quei montaggi che risultassero eseguiti irregolarmente. I controlli delle opere in corso o completate, eseguiti dal Committente non sollevano in alcun modo l'Appaltatore dalle sue responsabilità nel caso in cui si riscontrassero successivamente errori di realizzazione.
3. L'Appaltatore dovrà approvvigionare e fornire tutti i materiali di impiego necessari che dovranno essere idonei ad assicurare un efficiente servizio secondo le condizioni prescritte dalle Norme. Tutti i materiali saranno nuovi, esenti da difetti, fabbricati, provati, collaudati e certificati secondo Norme. Sarà cura dell'Appaltatore predisporre un dossier che raccolga in maniera organica tutta la documentazione certificativa richiesta. Il Committente ha la facoltà di rifiutare i materiali che non ritiene rispondenti alla norme indicate o richiamate nelle presenti specifiche tecniche ed inadatti alla buona riuscita dei lavori. L'accettazione in cantiere di qualsiasi materiale non pregiudica il diritto del Committente di rifiutare in qualunque tempo, anche se posti in opera e fino ad approvazione del collaudo, i materiali ed i lavori in genere che ritenesse non rispondenti alle condizioni contrattuali. I materiali ed i lavori in genere rifiutati dovranno essere rispettivamente allontanati o rifatti nel perentorio termine che di volta in volta fisserà il Committente.
4. I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate dovranno presentare i requisiti prescritti dal Capitolato. Essi dovranno essere lavorati secondo le migliori regole dell'arte e forniti, per quanto possa essere di competenza dell'Appaltatore, in tempo debito per assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.
5. La Direzione Lavori ha facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si devono impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato. I materiali occorrenti per la costruzione delle opere previste in progetto potranno provenire da qualunque località l'Appaltatore riterrà di propria convenienza purché siano riconosciuti, ad insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, della migliore qualità e rispondano ai requisiti descritti nei successivi articoli.
6. Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti dall'Impresa, la quale non potrà accampare quindi alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare ad essa e fosse quindi obbligata a ricorrere ad altre cave in località diversa od a diverse provenienze, intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali. Per la provvista dei materiali in genere si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 e 17 del Capitolato Generale Dm 145/2000 e per la scelta ed accettazione di essi saranno a seconda dei casi applicate le norme ufficiali in vigore.
7. I materiali dovranno inoltre soddisfare le leggi ed i decreti vigenti e le norme UNI.
8. Nei campi in cui sono mancanti queste norme, il Direttore dei Lavori impartirà appropriate istruzioni riguardo alle qualità dei materiali in base a normative previste da enti o paesi stranieri, riconosciute in campo internazionale e segnalate dal Direttore dei Lavori stesso.
9. Il Direttore dei Lavori si riserva la facoltà di fare allontanare dal cantiere, a totale spesa e cura dell'Impresa, il materiale di qualità scadente; altrettanto dicasi nel caso che detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità prescritte.
10. Tutti i materiali usati, sia quelli appresso riportati che quelli qui non compresi ma specificati sui disegni di progetto, una volta approvati dal Direttore dei Lavori potranno indistintamente essere sottoposti a prove di resistenza e di qualità, a spese dell'Appaltatore.
11. Quando richiesto, l'Appaltatore sottoporrà al Direttore dei Lavori campioni dei materiali che intende usare. I campioni dovranno essere rappresentativi del materiale effettivamente usato.

12. L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo ad effettuare tutte le prove prescritte dal presente Disciplinare sui materiali impiegati o da impiegarsi nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera. In mancanza di un'ideale normalizzazione per l'esecuzione delle prove previste o di una normativa specifica, sarà riservato al Direttore dei Lavori il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari. Il prelievo dei campioni verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale; in tale sede l'Appaltatore avrà facoltà di richiedere, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa.

13. In mancanza di una speciale normativa di Legge o di Capitolato, le prove potranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni del Direttore dei Lavori.

14. In ogni caso, tutte le spese per il prelievo, la conservazione e l'invio dei campioni, per l'esecuzione delle prove, per il ripristino dei manufatti che si siano eventualmente dovuti manomettere, nonché tutte le altre spese simili e connesse, saranno a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore, salvo nei casi in cui siano espressamente prescritti dal presente Disciplinare criteri diversi.

Art. 1.2 - Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori.

1. Prima di dare inizio ai lavori l'Impresa dovrà essere in possesso delle necessarie autorizzazioni degli Enti interessati dall'esecuzione dei lavori, nonché informarsi presso gli Enti stessi e altri gestori di servizi pubblici se eventualmente esistono cavi sotterranei (telefonici, elettrici, linee dati, fibre ottiche) o condutture (oleodotti, metanodotti, ecc.).

2. In caso affermativo l'Impresa dovrà comunicare agli Enti proprietari di dette opere la data presumibile dell'esecuzione dei lavori, chiedendo altresì tutti quei dati necessari al fine di poter eseguire i lavori con le cautele opportune per evitare danni alle accennate opere.

3. Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso agli Enti proprietari sia delle strade che dei servizi, nonché al Direttore dei Lavori.

4. Il maggior onere al quale l'Impresa dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato coi prezzi dell'elenco. Non è neanche ammesso che a causa delle difficoltà riscontrate per il passaggio dei servizi si interrompano le altre lavorazioni.

5. Quando le lavorazioni dovessero richiedere l'interruzione dell'erogazione di acqua potabile agli utenti, è obbligo dell'Impresa dare comunicazione all'Ente Gestore del servizio almeno due giorni lavorativi prima dell'esecuzione dei lavori.

6. E' fondamentale la definizione e l'aggiornamento del cronoprogramma dei lavori, in particolare quelli che interessano soggetti privati, il quale deve essere concordato e approvato dall'Ente Gestore.

7. Non è ammesso che sia l'Impresa stessa a prendere accordi con gli utenti circa la sospensione del servizio.

8. Non sarà riconosciuto nessun importo o ammesso ritardo nelle lavorazioni, qualora si trasgredisca alle indicazioni di cui sopra e si debba sospendere le attività di cantiere.

Art. 1.3 - Modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro

1. Per norma generale l'Impresa dovrà, nell'esecuzione di tutti i lavori appaltati, attenersi scrupolosamente alle migliori regole d'arte della tecnica, nonché alle prescrizioni che di seguito vengono elencate e, caso per caso, alle ulteriori indicazioni che potrà dare la Direzione dei Lavori.

2. Quando le lavorazioni dovessero richiedere l'interruzione dell'erogazione di acqua potabile agli utenti, è obbligo dell'Impresa dare comunicazione all'Ente Gestore del servizio almeno due giorni lavorativi prima dell'esecuzione dei lavori.

3. E' fondamentale la definizione e l'aggiornamento del cronoprogramma dei lavori, in particolare quelli che interessano soggetti privati, il quale deve essere concordato e approvato dall'Ente Gestore. Non è ammesso che sia l'Impresa stessa a prendere accordi con gli utenti circa la sospensione del servizio.

4. Non sarà riconosciuto nessun importo o ammesso ritardo nelle lavorazioni, qualora si trasgredisca alle indicazioni di cui sopra e si debba sospendere le attività di cantiere.

Art. 1.4 – Trasporto a discarica e smaltimento dei rifiuti

1. La distinzione tra rifiuti e terre, rocce da scavo e il sito di eventuale riutilizzo del materiale scavato dovrà essere effettuata al momento della loro produzione, in conformità con gli articoli applicabili del D.Lgs. 152/06 (in particolare i numeri 183, 185 e 186) e in piena rispondenza delle norme regionali.
2. Il trasportatore, anche se sarà la stessa impresa produttrice del rifiuto o l'appaltatore, dovrà essere iscritto all'Albo Nazionale Gestori dei Rifiuti e accompagnare alla movimentazione del materiale l'apposito formulario, ai sensi dell'art. 193 del D. Lgs. 152/06.
3. Il materiale di risulta della demolizione o fresatura della pavimentazione in conglomerato bituminoso e quanto estratto dalla pulizia delle fognature esistenti, è a tutti gli effetti da considerarsi rifiuto e da inquadrarsi all'interno della classificazione del Catalogo Europeo Rifiuti. Non costituiscono rifiuto le terre e le rocce da scavo, sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi previsti dalle norme vigenti e al D. Min. Amb. 471/99.
4. L'affidatario è responsabile della gestione dei rifiuti prodotti dall'attività oggetto del presente appalto; l'Affidatario dovrà inoltre rendersi disponibile alle verifiche che saranno effettuate da parte della Società Committente.
5. L'art. 186 del D.Lgs. 152/06 così come modificato dal DPR. 1204/17 e dal D. Lgs. 120/20, costituisce la disciplina di riferimento per la gestione delle terre e rocce da scavo e fornisce i criteri e le modalità di utilizzo delle medesime qualora classificate come sottoprodotti prevedendo l'assoggettamento delle stesse alla disciplina dei rifiuti qualora il loro utilizzo non rispetti le condizioni prescritte dal predetto articolo.

Art. 1.5 - Demolizioni

1. La demolizione dei manufatti esistenti saranno eseguite con martelli demolitori o altri mezzi meccanici appropriati. Dette demolizioni saranno eseguite ordinatamente secondo le dimensioni previste con le precauzioni necessarie a prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori, a terzi, o il danneggiamento di strutture o fabbricati adiacenti.
2. L'Appaltatore è quindi pienamente responsabile per tutti i danni che le demolizioni possano arrecare alle persone e alle cose; dovrà approntare le opportune protezioni nelle aree di lavoro e dovrà, a sua cura e spese, ricostruire o indennizzare le opere che venissero danneggiate o compromesse per l'effetto delle demolizioni eseguite.
3. Durante le demolizioni l'Appaltatore procederà altresì in modo da non danneggiare i materiali che, a giudizio dell'Appaltante, siano reimpiegabili; dovrà pertanto provvedere alla cernita ed al trasporto in deposito dei materiali in conformità alle disposizioni ricevute e con gli oneri derivanti da tali operazioni.
4. Tutto il materiale di risulta ed inutilizzabile dovrà essere immediatamente rimosso, caricato sia a mano sia con mezzi meccanici e trasportato alle discariche autorizzate.
5. Le opere o i manufatti oggetto di tali interventi sono da intendersi costituiti da murature in mattoni di qualsiasi forma, tipo e dimensione, murature in pietrame o strutture in calcestruzzo sia semplice che armato.

CAPO 2 – SCAVI E REINTERRI IN GENERE

Art. 2.1 – Tracciamenti

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto o di costruzione di opere d'arte, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che fosse per indicare la Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori.

Art. 2.2 – Scavi in genere

1. Per l'esecuzione l'Impresa potrà adoperare qualunque sistema, purché accettato dalla Direzione lavori.
2. Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le eventuali prescrizioni della relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. LL.PP. 11 marzo 1988, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

3. Se nello scavo e nelle demolizioni si superano i limiti assegnati, non si terrà conto del lavoro eseguito; l'Impresa dovrà a sue spese rimettere in sito le materie scavate in più ed eseguire quei lavori murari o di altro genere che, per sifatto motivo, si rendessero necessari per assicurare la regolare esecuzione e la buona riuscita dell'opera.
4. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.
5. L'Appaltatore è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, delle strutture e dei rilevati esistenti in prossimità degli stessi, di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza di tali opere.
6. Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e dei rilevati adiacenti, le normali sbadacchiatura non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere alla armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego.
7. L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.
8. Il materiale proveniente dagli scavi, salvo ove diversamente specificato, sarà di norma trasportato alle pubbliche discariche, intendendosi che il relativo onere è compreso nel prezzo.
9. Nel caso le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate nelle aree periferiche non oggetto di intervento previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.
10. La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.
11. È vietato, sotto pena di demolire il già fatto, di posare condotte, manufatti o por mano alle murature prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani degli scavi.

Art. 2.3 – Scavi di fondazione o in trincea

1. Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo alle fondazioni dei manufatti interrati di ridotte dimensioni e quelli per dar luogo alla posa di condutture in genere, fossi e cunette.
2. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.
3. Gli scavi a sezione ristretta obbligata per la posa in opera di tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni ed eventualmente lo smontaggio di condutture preesistenti.
4. Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato e con le pendenze prescritte. Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi ed eseguire le ispezioni durante le prove.
5. I piani di fondazione delle murature e manufatti dovranno essere generalmente orizzontali.
6. Compiuta la muratura di fondazione o la costruzione di manufatti interrati, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.
7. Gli scavi dovranno, oltre il 1,50 m, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere gli operai contro ogni pericolo, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che della posa di condotte o della costruzione di murature.
8. L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che possano accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla

direzione dei lavori.

9. Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo.

10. Col procedere della posa delle condotte o della costruzione delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

11. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.

Art. 2.4 – Reinterri e rilevati

1. Per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e ritenute adatte a giudizio della Direzione dei lavori. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

2. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

3. Per rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Si dovrà evitare di realizzare rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza.

4. Nella formazione dei suddetti rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

5. Le materie trasportate con automezzi o altre macchine operatrici non potranno essere scaricate direttamente contro le murature o cavi di condotte, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

6. Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

7. Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

CAPO 3 – OPERE ESTERNE POZZETTI, CHIUSINI, E TUBAZIONI

ART. 3.1 Chiusini e caditoie in ghisa sferoidale D400 e pozzetti in cls

Si precisa che tutte le opere da eseguire dovranno essere realizzate in rispetto alle normative vigenti in materia di sicurezza (D.L. vo 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni); pertanto tutti i prezzi dovranno essere comprensivi di tali oneri.

Tutti i pozzetti saranno dotati di piastra di chiusura in c.a. di idonee dimensioni atte a sopportare carichi stradali di tipo pesante, chiusini e/o caditoie carrabili in ghisa sferoidale certificata (sigla "GS" sul chiusino) ed avranno le seguenti caratteristiche:

- alette con sporgenza minima di 6 cm e comunque di dimensioni tali da permettere il fissaggio del chiusino stesso, tramite cordolo perimetrale in CLS armato con n.°4 ferri correnti diam.10mm e staffe diam.6 mm passo 10cm, alla testa del pozzetto realizzato con elementi prefabbricati od in opera; secondo normativa di riferimento UNI EN 124.

- i pozzetti esterni in corrispondenza di pavimentazioni in CLS devono essere di forma circolare o con telaio ribassato in modo che lo spessore del CLS sia costante.

L'opera è comprensiva di:

- fornitura e posa in opera di pozzetti sifonati e non, di varie dimensioni, con relative piastre in CLS armato e chiusini/caditoie aventi le caratteristiche di carrabilità sopra descritte, comprensivi di scavo, riempimento e di prolunghe per l'altezza necessaria, i pozzetti dovranno essere posizionati a cavaliere tra una baia ed un'altra e mai nella zona di transito e/o sosta dei mezzi, compresa la loro messa in quota;
- fornitura e posa in opera di pozzetti di tipo aperto, di raccordo ed ispezione di varie dimensioni, comprensivi scavo e riempimento nonché di piastra di copertura in CLS armato carrabile e chiusini in ghisa; compresa la loro messa in quota;
- realizzazione di sifoni nei punti di intersezione tra le linee fognarie. Si precisa che in corrispondenza delle intersezioni tra acque bianche e nere si dovranno sifonare le linee delle acque bianche.
- realizzazione di camerette d'ispezione da realizzarsi in opera e/o prefabbricate di altezza variabile e di dimensioni atte ad accogliere comodamente i tubi dei diametri progettuali, con relative opere edili accessorie, quali l'armatura, il getto, la casseratura, complete di pozzetto passo d'uomo, per i tratti di fognatura con tubazioni in cemento e/o in PVC, complete di opere di finitura, compresa relativa scaletta in acciaio zincato a caldo per ispezionabilità, opere di sigillatura e impermeabilizzazione

ART. 3.2 Tubazioni fognature in PVC

Si precisa che tutte le opere da eseguire dovranno essere realizzate in rispetto alle normative vigenti in materia di sicurezza (D.L.vo 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni); pertanto tutti i prezzi dovranno essere comprensivi di tali oneri.

Scavo a sezione obbligata per realizzazione impianti vari e successivo rinterro

Scavi a sezione obbligata per la posa di impianti vari (fognature, reti tecnologiche ecc...), eseguito sino al raggiungimento della quota stabilita nelle tavole esecutive allegate alla presente, compresi: le eventuali opere provvisorie, delimitazioni del bordo scavo, protezione dei fronti scavi con teli, il riutilizzo/accumulo nell'ambito del cantiere degli inerti recuperabili a discrezione della D.L., l'aggettamento delle acque, rinterro con il materiale di recupero, costipamento a strati sp.20cm del materiale con opportuni mezzi d'opera e tutto il necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte. Si precisa che le pareti dello scavo dovranno essere realizzate in modo tale da poter eseguire le lavorazioni a fondo scavo in condizioni di sicurezza, secondo quanto previsto dalle vigenti normative in materia. L'impresa dovrà assicurarsi che durante le fasi di rinterro, non sussista alcun volume vuoto sia inferiormente che lateralmente ai manufatti di fondazione.

Comprese opere murarie, opere provvisorie ed ogni altro onere necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Fognature – Rete fognaria delle acque meteoriche

Fornitura e posa in opera di tutto il materiale necessario per la formazione della rete fognaria di raccolta e scarico delle acque meteoriche della copertura degli edifici (magazzino e uffici) e delle acque provenienti dai piazzali e dai parcheggi e dalla rimanente area esterna, tutte già laminate in apposito bacino, con pendenze indicate nelle tavole progettuali dei profili. Tutti i pozzetti saranno dotati di piastra di chiusura in c.a. di idonee dimensioni atte a sopportare carichi stradali di tipo pesante, chiusini e/o caditoie carrabili in ghisa sferoidale certificata (sigla "GS" sul chiusino) di classe D400 nelle aree con traffico di mezzi pesanti, D250 nelle aree con traffico di mezzi leggeri e B125 nelle aree pedonali, ed avranno le seguenti caratteristiche:

- alette con sporgenza minima di 6 cm e comunque di dimensioni tali da permettere il fissaggio del chiusino stesso, tramite cordolo perimetrale in CLS armato con n.°4 ferri correnti diam.10mm e staffe diam.6 mm passo 10cm, alla testa del pozzetto realizzato con elementi prefabbricati od in opera; secondo normativa di riferimento UNI EN 124.

- i pozzetti esterni in corrispondenza della pavimentazione in CLS devono essere di forma circolare o con telaio ribassato in modo che lo spessore del CLS sia costante.

L'opera è comprensiva di:

- fornitura e posa in opera delle tubazioni sia in P.V.C. rigidi serie 303/1 UNI 7447/85 e/o in CLS autoportante, per carichi del traffico pesante; posati sul letto di sabbia precedentemente predisposto compresi i pezzi speciali quali raccordi, curve, sifoni con tappi, sigillature. È inoltre compreso l'onere per l'innesto dei collegamenti dei pluviali dai rispettivi pozzetti nel collettore principale comprendente l'esecuzione del foro d'innesto nel collettore e quanto altro occorre per la successiva sigillatura dello stesso. Compresa calottatura con CLS spessore minimo cm. 20 per tutte le tubazioni in PVC.
- fornitura e posa in opera di pozzetti sifonati e non, di varie dimensioni, con relative piastre in CLS armato e chiusini/caditoie aventi le caratteristiche di carrabilità sopra descritte, comprensivi di scavo, riempimento e di prolunghe per l'altezza necessaria, i pozzetti dovranno essere posizionati a cavaliere tra una baia ed un'altra e mai nella zona di transito e/o sosta dei mezzi, compresa la loro messa in quota;
- fornitura e posa in opera di pozzetti di tipo aperto, di raccordo ed ispezione di varie dimensioni, comprensivi scavo e riempimento nonché di piastra di copertura in CLS armato carrabile e chiusini in ghisa; compresa la loro messa in quota;
- realizzazione di sifoni nei punti di intersezione tra le linee fognarie. Si precisa che in corrispondenza delle intersezioni tra acque bianche e nere si dovranno sifonare le linee delle acque bianche.
- realizzazione di camerette d'ispezione da realizzarsi in opera e/o prefabbricate di altezza variabile e di dimensioni atte ad accogliere comodamente i tubi dei diametri progettuali, con relative opere edili accessorie, quali l'armatura, il getto, la cassetta, complete di pozzetto passo d'uomo, per i tratti di fognatura con tubazioni in cemento e/o in PVC, complete di opere di finitura, compresa relativa scaletta in acciaio zincato a caldo per ispezionabilità, opere di sigillatura e impermeabilizzazione.
- realizzazione di demolizioni parziali di strutture esistenti di qualsiasi genere per il passaggio delle tubazioni in progetto.

ART. 3.3 Impianto di irrigazione

Si precisa che tutte le opere da eseguire dovranno essere realizzate in rispetto alle normative vigenti in materia di sicurezza (D.L.vo 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni); pertanto tutti i prezzi dovranno essere comprensivi di tali oneri.

Tubazioni

Tutte le tubazioni dell'impianto di irrigazione saranno in polietilene nero di qualificate ditte produttrici.

Le tubazioni saranno in polietilene PN 10 del tipo a saldare, mediante apposita macchina termosaldatrice, in barre di varia metratura.

Le tubazioni principali dei settori derivate dai collettori e quelle secondarie di collegamento degli irrigatori saranno in polietilene PN10 alta densità, in rotoli.

Le condotte di alimentazione (dal punto di presa dell'acqua alle elettrovalvole di settore) saranno in Pead PN10 conformi alle norme UNI-7611/76 tipo 312 e UNI 7615/76 TIPO 312 con giunzioni elettrosaldate di testa nei diametri fino a 315 mm.

Le condotte di distribuzione (a valle delle elettrovalvole di settore) saranno in Pead PN6 UNI-7611 312 con giunzione a mezzo di raccordi a compressione.

Dovranno essere posate ad una profondità media di cm. 40-50, su uno strato di materiale incoerente (sabbia o terra fine) e similmente ricoperte.

Per la sub-irrigazione verranno utilizzati tubi disperdenti in polietilene del tipo ad ala gocciolante autocompensante del diametro di mm. 20, con gocciolatori inseriti, predisposti a distanza standard, posati su terreno al di sotto del telo pacciamante per le zone coperte da macchie arbustive, tappezzanti etc.

Per essere interrati e protetti contro l'occlusione, per la sub-irrigazione delle alberature, dovranno essere inseriti in controtubi tipo diametro minimo mm. 10, corrugati esternamente, avendo almeno 4 fori radiali sulla circonferenza.

Queste tubazioni così composte verranno posate ad una profondità di cm. 40-50 su uno strato di terra fine e analogamente ricoperte. Verranno disposte ad anello attorno alla zolla nel caso di irrigazioni di alberi.

Raccordi

I vari raccordi per le giunzioni, derivazioni, curve tra le tubazioni in polietilene in rotoli saranno del tipo a compressione, a graffiatura delle tubazioni, in materiale plastico e nei relativi diametri occorrenti a seconda delle tubazioni dimensionate

da raccordare. I raccordi per le tubazioni in polietilene a saldare saranno del medesimo tipo e andranno assemblate alle tubolari mediante apposita macchina termosaldatrice.

Per quanto riguarda le linee di alimentazione si dovranno utilizzare solo raccordi per elettrofusione già in uso mentre per 20 le condotte di distribuzione (90 mm.) sono richiesti giunti a compressione.

Saracinesche

Tutte le saracinesche di sezionamento previste nell'impianto devono essere del modello con corpo in ghisa rivestita in epossidico, albero guida in acciaio inox e cuneo rivestito in gomma. Per i gruppi di sezionamento multipli, formati cioè dall'insieme di più valvole, è richiesto l'impiego di gruppi compatti preassemblati.

Tutte le saracinesche devono essere installate con ancoraggio a terra su basamento in calcestruzzo e racchiuse entro pozzetti. Il collegamento tra le valvole e le tubazioni può essere realizzato sia utilizzando flange mobili con cartella saldata che con flange provviste di anelli di graffiaggio. In ogni caso la bulloneria necessaria per l'accoppiamento dovrà essere di acciaio inossidabile.

Valvole di scarico

In ogni tratta di condotta di alimentazione compresa tra due saracinesche di parzializzazione dovrà essere prevista una valvola di scarico manuale alloggiata in un pozzetto facilmente identificabile in modo da consentire la manovra di apertura e chiusura mediante l'impiego di un'asta di comando.

Il diametro delle valvole di scarico, posizionate su ciascun ramo di condotta primaria compresa tra due saracinesche di sezionamento, non dovrà risultare inferiore a 2" e permettere il drenaggio delle tubazioni direttamente nella rete fognaria. A tal scopo dovrà essere prevista, caso per caso, una tubazione in Pead PN6 dalla valvola al punto di scarico.

Valvole di sezionamento

Le valvole di sezionamento dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Corpo in bronzo fuso e diaframma rinforzato in nylon e Buna – N ad alta resistenza (25 atm.).
- Solenoide rinforzato a basso amperaggio per servizio gravoso con chiusura lenta anti-colpo d'ariete.
- Dotate di sistema per la regolazione del flusso e di apertura manuale.

Verranno montate accoppiate a valvole manuali di sicurezza tra due giunti a bocchettone per consentire la loro rapida rimozione.

Valvole di drenaggio

Ogni singolo settore irriguo (elettrovalvola) dovrà prevedere una valvola automatica di drenaggio in ottone e acciaio inox.

La valvola verrà alloggiata in apposito pozzetto di ispezione e poggerà su letto di ghiaia.

Cavidotti e cavi elettrici

A seconda della loro funzione dovranno corrispondere alle norme vigenti in merito alla loro corretta utilizzazione e quindi dovranno essere così ripartiti:

- Cavi per passaggio di corrente a 220v.

Cavo doppio isolamento isolato in PVC con propagante incendio con tre conduttori flessibili, N1VV-K UNEL 35756, con sezione non inferiore a 2,5 mmq. Giunzioni, se richieste, di tipo 3M, da realizzarsi in corrispondenza del pozzetto di ispezione.

- b- Cavi per elettrovalvole.

Cavo doppio isolamento con rivestimento in PVC con conduttore rigido, UR2 R/4, di sezione pari a 1,5 mmq. Secondo le norme CEI 20-14 UNEL 35379 E 35743 da installare in tratta unica, senza giunzioni, dal programmatore alle elettrovalvole.

Tutti i cavi elettrici devono essere inseriti entro cavidotti di sezione adeguata a seconda delle caratteristiche dei singoli conduttori mantenendo la separazione tra i cavi 220/24v. Tutti i cavidotti devono essere del tipo

corrugato, coestruso di colore rosso per le linee elettriche 220/24 ed essere corredati da pozzetti di ispezione posti a distanza tale da garantire l'eventuale sostituzione.

Tutti i cavi elettrici devono essere inseriti entro cavidotti separati a seconda delle caratteristiche dei singoli conduttori.

I cavidotti devono essere posti entro lo stesso cavo delle condotte di alimentazione, parallelamente ed immediatamente al di sopra di queste.

Tutti i cavi elettrici dovranno rispettare le norme di legge che ne regolano l'impiego ed essere alloggiati entro cavidotto. I pozzetti di ispezione, per tutti i cavi ad eccezione di quelli per le elettrovalvole, non dovranno essere posti a distanze

superiori ai 40 metri ed in ogni caso devono trovarsi in ogni punto di variazione del percorso. L'eventuale giunzione del cavo di alimentazione dei programmatori deve essere fatta per mezzo di connettori stagni a tubo e resina siliconica e deve trovarsi comunque in un pozzetto.

I pozzetti d'ispezione rompitratta saranno in muratura 30x30, con chiusino in ferro zincato e verniciato carrabile. I percorsi dei cavi dovranno essere segnalati da una rete di avviso, da installare a circa 20 centimetri al di sopra del limite superiore dei relativi cavidotti.

Tutti i collegamenti dovranno essere eseguiti nel rispetto delle vigenti norme CEI, con rilascio della relativa dichiarazione di conformità dell'impianto (legge 46/1990) da parte dell'impresa.

Messa a terra

Ciascun programmatore, come pure l'unità centrale deve essere corredato da una propria messa a terra da realizzarsi mediante una o più paline in acciaio o rame, collegate tra loro mediante corda nuda in rame da 16 mmq, in grado di assicurare una resistenza non superiore a 10 Ohm.

Inoltre tutte le apparecchiature, quadri, parti metalliche, ove necessario e richiesto dalle norme, dovranno essere collegati ad un idoneo impianto di terra.

Contatori Volumetrici

In derivazione dalla linea primaria, in corrispondenza di ciascuna centralina, protetto a monte da una saracinesca di esclusione, è collocato, entro apposito pozzetto, un contatore volumetrico in grado di comunicare alla relativa unità periferica il volume istantaneo di acqua che passa durante tutto il ciclo di irrigazione per ogni settore al fine di consentire il costante controllo del corretto funzionamento all'importo. Tale contatore, di tipo flangiato, dovrà essere collegato con bulloneria in acciaio inox in modo da preservarlo da fenomeni di corrosione. A valle di questo dovrà essere installato una elettrovalvola di esclusione (Master di 3 pollici).

Entrambi dovranno essere collegati mediante conduttori bipolari all'unità periferica di pertinenza.

Il contatore volumetrico, sarà omologato secondo le norme CEE/ISO classe B, completo di emettitore di impulsi in ragione di 1 per ogni 10 litri di acqua.

Il diametro del contatore, in funzione della richiesta idrica istantanea prevista, deve risultare del DN 80 mm.

Pozzetti

Di forma rettangolare, prefabbricati in cls e con chiusini in ghisa sferoidale D400, carrabili, dovranno disporre di coperchio con serratura con chiave di chiusura e dado quadrato uguale per tutti i pozzetti, per il facile accesso alle valvole di sezionamento ed ai raccordi. La copertura dei pozzetti deve essere a livello del terreno finito e deve essere sufficientemente robusta per resistere al peso dei veicoli utilizzati per la manutenzione. Il fondo dei pozzetti, livellato e pulito, dovrà essere ricoperto di uno strato di ghiaia, così da facilitare il drenaggio.

A seconda della loro destinazione si dovranno ripartire nei tipi seguenti:

- pozzetti per saracinesche di sezionamento nelle dimensioni di:
 - 40x40 per collettori di 2 elettrovalvole;
 - 60x60 per collettori di 3 elettrovalvole;
 - 100x100 per contatore volumetrico e master valvole;
- pozzetti per valvole di scarico:
 - dimensioni 40x40cm

Irrigatori

Tutti gli irrigatori saranno di tipo statico e dovranno essere installati su giunti flessibili per poter meglio resistere agli urti. Gli irrigatori, raggruppati idraulicamente in settori omogenei e suddivisi rispettando le destinazioni e l'esposizione delle aree interessate, devono essere disposti in modo tale da determinare, per lo stesso tipo, eguali intensità di pioggia.

Gli irrigatori del tipo statico dovranno avere il corpo ed il canotto portatestina in materiale plastico anti-urto e anti-corrosione, molla in acciaio inox per il rientro a fine irrigazione e guarnizione parasabbia, dispositivo antiruscamento, frizione per l'orientamento del getto della testina dopo l'installazione. Filtro di protezione smontabile dalla parte superiore del canotto.

Innalzamento del getto da 5 a 30 cm. a seconda del tipo necessario nelle varie aree da irrigare; pressione di esercizio 2,0-2,5 ATM, dinamica alla base di ciascun irrigatore.

Possibilità di adattare testine con angolazione prefissata (90°-360°) diverse o regolabili dotate di vite rompighetto per la regolazione della gittata. Gli irrigatori statici per l'irrigazione sopra e sotto chioma delle zone arbustive e tappezzanti dovranno essere provvisti di valvola autocompensante non rimovibile per uniformare la pressione e per ridurre la fuoriuscita di acqua nel caso di furto o rottura della testina senza pregiudicare il funzionamento degli altri irrigatori del settore. Dovranno avere, inoltre, una guarnizione autopulente autolubrificata non rimovibile con molla di richiamo in acciaio inox. Gli irrigatori statici in alcune zone arbustive, dovranno garantire una distribuzione dell'acqua orientabile in getti separati in modo da ottenere la migliore penetrazione del fogliame. Le testine intercambiabili, secondo l'angolo di irrigazione necessario, devono avere una distribuzione dell'acqua proporzionale.

Ali gocciolanti

Per tutti gli arbusti tappezzanti, fioriture etc. di nuova piantumazione verrà prevista un'apposita linea a goccia indipendente.

La sub-irrigazione sarà ad ali gocciolanti da mm. 16/20 in PE di spessore adeguato a sopportare un pressione di esercizio sino a 4 ATM.

Per l'irrigazione degli arbusti si richiede l'installazione dell'ala gocciolante con un interlinea variabile in relazione al sesto

d'impianto come da schema sotto indicato:

Si richiedono comunque lungo le linee di alimentazione dei rubinetti di parzializzazione, regolatori di pressione e un sistema di filtraggio adeguato. Occorrerà evitare curve brusche e pieghe tali da interrompere il passaggio dell'acqua perciò si richiede l'impiego, nei punti critici, di raccorderia rigida adeguata.

L'ala gocciolante degli arbusti sarà posta sopra il terreno al di sotto del telo pacciamante e della corteccia di pino di copertura.

L'ala gocciolante per le alberature dovrà essere interrata alla profondità di cm. 40-50 entro tubo di drenaggio con sviluppo di circa 3 m di perimetro, per migliorarne la distribuzione dell'acqua.

Ogni elettrovalvola al servizio dell'ala gocciolante disporrà di un riduttore di pressione e di filtro a Y. Il tutto verrà alloggiato entro apposito pozzetto ispezionabile in resina.

CAPO 4 – REALIZZAZIONE IN OPERA DI STRUTTURE IN C.A.

ART. 4.1 Conglomerato cementizio per getto magrone classe min. C 12/15

Fornitura e posa in opera di conglomerato cementizio, classe minima C 12/15 dato in opera per fondazioni in genere non armate, gettato controterra, in opera senza l'ausilio di casseri, con contenuto di riciclato post-consumo minimo del 5%, spessore variabile a seconda delle quote identificate nella planimetria esplicativa allegata alla presente e comunque fino al raggiungimento del terreno portante. Compreso l'onere per eventuale nolo di pompa idraulica per il getto, eventuali oneri per opere provvisorie ed ogni altro onere necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

ART 4.2 Conglomerato cementizio classe min. C25/30 consistenza S4 per getto fondazioni e cordoli

Conglomerato cementizio requisito di durabilità nei confronti della classe di esposizione XC2 e consistenza S4, classe minima C 25/30, diametro massimo degli inerti 20 mm, rapporto acqua cemento inferiore 0.60 con

contenuto di riciclato post-consumo minimo del 5% per getto plinti di fondazione magazzino e relativi cordoli di collegamento, travi reggi pannello e baie di carico, e comunque fondazioni in genere, il tutto dimensionato ed armato come da elaborati di calcolo dei c.a. eseguiti dal Progettista delle opere in c.a.

Intendendosi compreso e compensato nel prezzo: la fornitura del conglomerato, il getto in opera contro terra o entro cassature perimetrali (queste contabilizzate a parte con il disarmo), la predisposizione dei fori per il passaggio della tubazione di scarico dei pluviali e/o di qualsiasi altro impianto, l'uso eventuale di pompa idraulica per calcestruzzi; stesa, sistemazione e compattazione mediante accurata vibratura meccanica. Compresa la realizzazione di collegamenti con le fondazioni esistenti di ogni genere, compresa realizzazione di fori con opportuni mezzi d'opera ed ancoraggi con resine chimiche.

Comprese opere murarie, opere provvisorie ed ogni altro onere necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

ART 4.3 Conglomerato cementizio classe min. C25/30 consistenza S4 per strutture in elevazione

Per descrizione vedi voce precedente, 5.1.A.2 ma con consistenza S4, classe minima C25/30 e classe di esposizione XC2, con contenuto di riciclato post-consumo minimo del 5% per strutture in elevazione (muri di contenimento, travi reggi pannello e baie), compresa creazione di eventuali scassi e/o forometrie in genere, comprese opere provvisorie ed ogni altro onere necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

ART 4.4 Ferro tondino e rete elettrosaldata per c.a. B450C

Fornitura e posa in opera di ferro tondino tipo B450C e rete elettrosaldata per dare luogo all'armatura delle opere in c.a. con contenuto di riciclato post-consumo minimo del 90% in genere come da elaborati di calcolo c.a., compreso ogni onere per taglio, legature, distanziatori, sfridi, i sormonti di giunzione pari ad un minimo di 40 *diametri*; copriferro strutturale minimo pari a 40mm, la confezione delle gabbie, il tiro in alto ed ogni altro onere. Compresa creazione di ferri di ripresa sulle fondazioni esistenti, realizzate secondo gli elaborati grafici allegati alla presente, compresa creazione di opportune forometrie nel c.a. esistente, comprese resine per ancoraggio ed opere murarie varie.

Compresi oneri per eventuali opere provvisorie ed ogni altro onere necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

ART 4.5 Casseri per getto calcestruzzo per opere in c.a.

Fornitura e posa in opera di casseforme per opere in genere in cls, in legno o metallo, opportunamente dimensionate e controventate per evitare spancamenti in fase di getto, compreso disarmo, opere provvisorie, chiusura degli eventuali fori di esecuzione con materiale adeguato, formazione di spigolature dei bordi in vista di almeno 15 x 15 mm e tutto quanto di necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

CAPO 5 – DISEGNI AS-BUILT, PROVE E COLLAUDI

Onere per la preparazione dei disegni as-built e schede tecniche di tutti i materiali utilizzati da consegnare a fine lavori. La consegna dovrà avvenire in formato cartaceo (consegnando in triplice copia identica, firmati in originale dall'impresa realizzatrice), tutti gli elaborati grafici presenti all'interno dell'elenco tavole allegato al contratto, e n. 1 copia di tutti gli elaborati grafici in formato .dwg e .pdf e schede tecniche, in formato digitale (CD). Si precisa che tutti i disegni e schede tecniche, dovranno essere suddivise e nominate per ogni singolo elemento, non si accettano raggruppamenti di elaborati e schede tecniche in un unico file.

Onere per la realizzazione di tutte le prove e i collaudi necessari a consegnare la struttura perfettamente funzionante. Compreso onere per preparazione documenti di fine lavori e certificazioni di conformità.